



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

MIKKO STENROOS
RAKENNESUUNNITTELUN ERITYISPIIRTEET SUOJELLUN RA-
KENNUKSEN KÄYTTÖTARKOITUKSEN MUUTOKSESSA, CASE
LOFT TEHDAS

Diplomityö

Tarkastaja: professori Matti Pentti
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Talouden ja rakentamisen tiedekun-
nan tiedekuntaneuvoston kokouk-
sessa 8. helmikuuta 2017

TIIVISTELMÄ

MIKKO STENROOS: Rakennesuunnittelun erityispiirteet julkisivuiltaan suojellun rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksessa, case Loft Tehdas
Tampereen teknillinen yliopisto
Diplomityö, 78 sivua, 27 liitesivua
Marraskuu 2016
Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Pääaine: Rakennetekniikka
Tarkastaja: professori Matti Pentti

Avainsanat: opinnäytetyö, opinnäytteet, korjausrakentaminen, rakennetekniikka, rakennesuunnittelu, rakennussuojelu, käyttötarkoituksen muutos, rakenteiden säilyttäminen, loft-rakentaminen

Diplomityön tarkoituksena on keskittyä rakennesuunnittelun haasteisiin suojellussa rakennuksessa tutkimalla Turussa sijaitsevan vanhan Wärtsilän Dieseltehtaan muutosta asuin- ja toimistorakennukseksi Loft Tehtaaksi. Rakennus sijaitsee arvokkaalla paikalla keskustan läheisyydessä Turun Martissa aivan jokirannassa. Rakennus on määritelty kaavoituksella suojelluksi rakennukseksi. Rakennussuojelu koskee lähinnä julkisivuja, ikkunalinjoja sekä kattomuotoja. Muutostyöt on suunniteltava siten, että rakennus säilyttää ulkonäkönsä ja etteivät uudet toimenpiteet aiheuta vaurioita suojeltuihin osiin. Rakennukseen tehtiin yhteensä 173 huoneistoa tai toimistoa vanhan rungon sisään. Rakennuksen ensimmäinen kerros toimii parkkihallina, lisäksi sinne sijoitettiin kolme väestönsuojaa. Rakennuksen vanhojen säilytettävien rakenteiden perustukset vahvistettiin ja uudet rakenteet perustettiin siten, ettei niiden kuorma välity vanhoille rakenteille.

Käsittelen työssäni erilaisia ongelmakohtia ja niiden ratkaisuja case-kohteessa. Tällaisia ratkaistavista ongelmia ovat mm. lähtötiedot ja niiden prosessointi sekä tarkkuus ja luotettavuus, tilojen ja rakenteiden kosteuden hallinta, haitta-aineet vanhoissa rakenteissa, uusien rakenteiden perustaminen vanhan rakenteen lävitse, tietomallinnuksen tai sen puuttumisen aiheuttamat hyödyt ja haitat, suojeltujen rakennusosien aiheuttamat haasteet suunnitteluun ja toteutukseen ja yhteistyön merkitys.

Case-kohteen avulla saatiin kerättyä paljon tietoa erilaisista korjausrakentamisen rakennesuunnittelun ongelmista, työmenetelmistä ja ratkaisuista. Kun kohde oli vielä suojeltu, niin sen monipuolisuus teki siitä loistavan kohteen korjausrakennesuunnittelun muistilistan pohjaksi. Muistilistassa on huomioitu myös käyttötarkoituksen muutos. Muistilistaa tehdessä on käytetty hyödyksi myös muista korjauskohteista saatua kokemuseräisiä tietoja täydentämään sen sisältöä.

ABSTRACT

MIKKO STENROOS: Special features of civil engineering on transformation of a protected building, case Loft Tehdas
Tampere University of Technology
Master of Science Thesis, 78 pages, 27 Appendix pages
November 2016
Master's Degree Programme in Civil Engineering Technology
Major: Structural Engineering
Examiner: Professor Matti Pentti

Keywords: thesis, transformation of building, civil engineering, structural engineering, renovation of buildings, protected building, protected façade, preservation of structures

The idea of the master thesis is to focus on all the challenges of structural engineering that comes along while designing changes in to a protected building, such as case Loft Tehdas in Turku, Finland. Loft Tehdas is an old diesel factory which is transformed into an accommodation and office building. The accommodations are made as loft houses. The building is situated on a great location in Turku, near city center and along riverside at one of the most valuable areas in Turku. The building is protected by city plan, with the idea of preserving all facades, window lines and the shape of the roof. All the renovation works are designed so that they will preserve the old façade of the building. There are total of 173 accommodations and offices within the old frame. The first floor of the building is set to be a parking hall and there are also three shelters built on the first floor. The foundations of all the preserved old structures were strengthened with new steel piles and new structures were designed and manufactured so that they do not add any new loads for the old structures.

In this thesis I'm considering different kinds of problems and their solutions in the case-building. Problems to be solved are: initial data and data processing, accuracy and reliability; humidity management of premises and structures; poisonous materials in old structures; making the foundation of new structures through old structures and foundations; advantages and disadvantages of building information technology or lack of it; challenges to design and construction from preserved structures; elementation of structures and their assembly; significance of collaboration.

There was a lot of data one could gather while observing the problems and solutions of structural engineering in renovation of Case-project. Due to the fact that the building itself was protected by city plan made it even better object for basis of renovation checklist. On the checklist the change of usage is also applied. While making checklist experimental data from other renovation sites was also applied to fulfill the data.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty työsuhteessa Sweco Rakennetekniikka Oy:n kanssa. Case-kohteen suunnittelu ja samalla tämän opinnäytetyön tekeminen on aloitettu Narmaplan Oy:ssä, joka yhdistyi Sweco Rakennetekniikka Oy:öön vuoden 2015 alussa. Suuret kiitokset työnantajalleni kaikesta tuesta tämän opinnäytetyön tekemiseen. Erityiskiitos aluejohtajalleni RI Mikko Sirénille tämän työn tekemisen mahdollistamiseksi kaiken työkiireen keskellä.

Lämpimät kiitokset Tampereen teknillisen yliopiston opettajille ja henkilökunnalle hyvästä oppimisympäristöstä ja tasokkaasta opetuksesta. Erityiskiitos myös professori Matti Pentille työni ohjaamisesta ja tarkastamisesta. Kiitokset vastaavalle rakennesuunnittelijalle RI Sakari Tuhkaselle, joka on antanut minulle hyvien neuvojen lisäksi mahdollisuuden hoitaa ja johtaa kohteen rakennesuunnittelua aluksi vastaavana runkosuunnittelijana ja hankkeen loppuvaiheessa toisena vastaavana rakennesuunnittelijana. Lämpimät kiitokset myös muille projektiin osallistuneille rakennesuunnittelijoille, kuten RI Jarno Rajakalliolle, RI Tuomas Koretille, RI Tuuli Kaitilalle, DI Galina Kopkinalle ja RI Kari Hietalalle kaikesta avusta ja tuesta.

Kiitän myös projektin kaikkia muita osapuolia, kuten rakennuttajaa YH-kodit Oy:tä, joista erityiskiitos Mikko Lipposelle sekä rakennuttajaa/pääurakoitsijaa Jatke Oy:tä, joista erityiskiitokset työpäällikkö Petri Mäkitalolle, vastaavalle mestarille Ari Lyytikäiselle, työmaainsinööreille Sami Laaksoselle ja Jussi Välitalolle sekä työmaamestareille Henrik Holkolle ja Antti Luotoselle. Kiitokset myös muille suunnittelijoille, joista erikseen kiitokset Arkkitehtitoimisto Haroma & Partners Oy:n Antti Rinteelle ja Tommi Kannastolle. Haluan myös kiittää muita työtovereita ja koulukavereita tuesta, avusta ja rakentavista keskusteluista.

Sydämelliset kiitokset perheelleni kaikesta siitä ymmärryksestä, kärsivällisyydestä, tuesta ja avusta mitä olette minulle antaneet opintojeni suorittamiseksi.

Turussa, 16.1.2017



Mikko Stenroos

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen tausta.....	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset	1
1.3	Tutkimuksen suorittaminen.....	2
1.4	Tutkimuksen sisältö	3
2.	TEOREETTINEN TAUSTA.....	4
2.1	Lähtötiedot ja niiden prosessointi, tarkkuus ja luotettavuus	4
2.1.1	Rakennussuojelu suomessa	5
2.1.2	Rakenteiden mittaukset ja avaukset	7
2.1.3	Näytteet ja tutkimukset.....	7
2.2	Rakennesuunnittelun eteneminen	9
2.3	Purkutyöt.....	9
2.4	Vanhojen rakenteiden kestävyys ja stabiliteetti	10
2.5	Asumisturvallisuus	11
2.6	Asumisterveys ja –viihtyvyys	12
2.7	Yhteistyö ja kommunikointi.....	14
2.8	Laadunvarmistaminen ja dokumentointi.....	14
3.	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	17
3.1	Tutkimusmenetelmän valinta	17
3.2	Case-kohteen esittely	17
3.3	Rakennesuunnittelun ratkaistavat ongelmat kohteessa	24
4.	TULOKSET JA HAVAINNOT	26
4.1	Kohteen rakennesuunnittelussa kohdattujen ongelmien ratkaisuja	26
4.1.1	Lähtötiedot ja niiden prosessointi, tarkkuus ja luotettavuus	26
4.1.2	Rakennesuunnittelun eteneminen	31
4.1.3	Purkutyöt	33
4.1.4	Vanhojen rakenteiden kestävyys ja stabiliteetti.....	42
4.1.5	Asumisturvallisuus.....	49
4.1.6	Asumisterveys ja –viihtyvyys.....	52
4.1.7	Yhteistyö ja kommunikointi.....	56
4.1.8	Laadunvarmistaminen ja dokumentointi.....	58
4.2	Kohdekohtainen rakennesuunnittelun muistilista korjausrakentamisessa ...	58
5.	YHTEENVETO.....	66
5.1	Päätelmät ja havainnot	66
5.2	Jatkokehityksen tarve.....	70
	LÄHTEET	71

LIITE A: OTE ASEMAPIIRROKSESTA

LIITE B: 1. KRS POHJAPIIRROS, VAIHE 1

LIITE C: 2. KRS SISÄPIHOJEN POHJAPIIRROS, VAIHE 1

LIITE D: 2. KRS POHJAPIIRROS, VAIHE 1

LIITE E: 4. KRS POHJAPIIRROS, VAIHE 1

LIITE F: 5. KRS POHJAPIIRROS, VAIHE 1

LIITE G: OTE LEIKKAUKSESTA B-B

LIITE H: 1. KRS POHJAPIIRROS, VAIHE 2, LOFT TEHDAS III-IV

LIITE I: POHJAPIIRROS 2. KRS, VAIHE 2

LIITE J: POHJAPIIRROS 3. KRS, VAIHE 2

LIITE K: POHJAPIIRROS 7. KRS, VAIHE 2, LOFT TEHDAS III-IV (C JA D)

LIITE L: OTTEITA JULKISIVUPIIRUSTUKSISTA, LOFT TEHDAS

LIITE M: LEIKKAUS H-H, VAIHE 2, LOFT TEHDAS III-IV (C JA D)

LIITE N: VANHA PIIRUSTUS KAARIHALLIN OSALTA (LOFT TEHDAS IV, PORRAS D)

LIITE O: VANHA RAKENNEKUVA LOFT TEHDAS I-III PILARIANTURASTA

LIITE P: VANHA RAKENNEKUVA LOFT TEHDAS I-III PILARISTA

LIITE Q: VANHA RAKENNEKUVA LOFT TEHDAS III SEINÄPALKEISTA

LIITE R: VANHA PIIRUSTUS OSASTA LOFT TEHDAS I-III

LIITE S: LATTIAN TUTKIMUSPISTEIDEN SIJAINTIKARTTA

LIITE T: SEINIEN TUTKIMUSPISTEIDEN SIJAINTIKARTTA

LIITE U: PERUSTUSPIIRUSTUS, VAIHE 1, LOFT TEHDAS I-III (PORTAAT A-C)

LIITE V: 1. KRS KATON LAUDOITUSPIIRUSTUS, VAIHE 1, LOFT TEHDAS I-III (PORTAAT A-C)

LIITE W: 1. KRS KATON LAUDOITUSPIIRUSTUS, VAIHE 2, LOFT TEHDAS III-IV (PORTAAT C-D)

LIITE X: 1. KRS LATTIAN PINTALAATTA, VAIHE 1, LOFT TEHDAS I-II (PORTAAT A-B)

LIITE Y: RAKENNELEIKKAUS 1-1, VAIHE 1, LOFT TEHDAS I-III (PORTAAT A-C)

LIITE Z: RAKENNELEIKKAUS 10-10, VAIHE 2, KAARIHALLI. LOFT TEHDAS IV (PORRAS D)

LIITE Å: RAKENNELEIKKAUS 11-11, VAIHE 2, KAARIHALLI JA NURKAN KORKEA OSA. LOFT TEHDAS IV (PORRAS D)

KUVALUETTELO

Kuva 1. <i>Karttaote [72]</i>	18
Kuva 2. <i>Ote ilmakuvasta [72]</i>	18
Kuva 3. <i>Ote ilmakuvasta [72]</i>	19
Kuva 4. <i>Loft Tehdas joen toiselta rannalta kuvattuna [4].</i>	19
Kuva 5. <i>Vanha kuva Wärtsilän L-tehtaasta [20]</i>	20
Kuva 6. <i>Vanha lattian paalutuskuva osista Loft Tehdas I-III (portaot A-C) [2]</i>	21
Kuva 7. <i>Loft Tehdas I-II (portaot A-B) perustus- ja paalutustöiden aikaan.</i>	21
Kuva 8. <i>Loft Tehdas II-III (portaot B-C) paalutustöiden aikaan.</i>	22
Kuva 9. <i>Loft Tehdas I-III (portaot A-C) perustustöiden aikaan.</i>	22
Kuva 10. <i>Loft Tehdas II-II (portaot B-C) uutta runkoa 5. krs kohdalla.</i>	23
Kuva 11. <i>Loft Tehdas IV (porras D) uutta runkoa 2. krs kohdalla.</i>	23
Kuva 12. <i>Ote asemapiirroksista [8].</i>	26
Kuva 13. <i>Suojelumerkinnät asemakaavassa [73]</i>	27
Kuva 14. <i>Poikkeukset asemakaavan määräyksistä [7].</i>	27
Kuva 15. <i>Vanhan betonipilarin rakennepiirustus [48].</i>	28
Kuva 16. <i>Uusi pilari törmää vanhaan teräsbetoniseen konsoliin ulkoseinällä.</i>	29
Kuva 17. <i>Esimerkki rakenneavausten dokumentoinnista.</i>	30
Kuva 18. <i>Porauksella saatiin selville lattian paksuus ja lattian alapuoliset rakenteet.</i>	31
Kuva 19. <i>Koekuoppa perustuksista.</i>	31
Kuva 20. <i>Rakennuksen vanhaa tekniikkaa seinillä, jotka purettiin kaikki pois.</i>	33
Kuva 21. <i>D-portaan lattiaa on purettu perustusten vahvistuksen tarvitsemin osin, myös sokkelin sisäpuolinen verhomuuraus on purettu siinä esiintyvien haitta-ainepitoisuuksien vuoksi.</i>	34
Kuva 22. <i>Kattoristikoiden liitos seinärakenteeseen jätettiin varsinaisen purkutyön yhteydessä jäljelle.</i>	35
Kuva 23. <i>Räystä ennen purkua ja uudelleen rakennettuna.</i>	35
Kuva 24. <i>Palkin alareunaa on lovettu uuden ikkuna-aukon tieltä.</i>	36
Kuva 25. <i>Alapohjan pintalaatan liikuntasauman tiivistäminen haitta-aineita vastaan</i>	39
Kuva 26. <i>Anturoiden ja alapohjan pintalaatan tiivistäminen haitta-aineita vastaan</i>	39
Kuva 27. <i>Väliseiniä ja alapohjan pintalaatan liitokset haitta-aineita vastaan</i>	40
Kuva 28. <i>Alapohjan läpivientien tiivistäminen haitta-aineita vastaan.</i>	42
Kuva 29. <i>Vanhan tiilipilarin katkaisu uusien aukkojen kohdalla.</i>	43
Kuva 30. <i>Vanhojen kantavien teräsbetonisten ulkoseinäpilarien loveukset väestönsuojan seinien kohdalla. Loveuksen tarkoitus on mahdollistaa yhtenäisen seinän rakentaminen vanhan pilarin sisään.</i>	43
Kuva 31. <i>Vanhan pilarin purku ja työnaikaisen tuennan suunnitelma.</i>	44

Kuva 32. Katkaistun pilarin tilalle rakennettu kantava teräsbetoninen seinäpalkki linjalla K.	44
Kuva 33. Vanhan pilarin purku ja työnaikaisen tuennan toteutus	45
Kuva 34. Rakennus ennen ja jälkeen vesikaton purkamista.	46
Kuva 35. Rakennusvaiheiden välisen linjan 22 perustukset vahvistettiin ottamaan myös uusien rakenteiden kuormia (ks. liite L).....	47
Kuva 36. Perustuspalkki paksun ($h=4000$ mm) laatan yli. Palkin molemmissa päissä on anturat. Palkki ja antura irrotettiin ympäröivästä rakenteesta eristeestä tehdyllä laakerikerroksella.	48
Kuva 37. Kohteen vanhoille rakenteille soveltuvat sisäpuoliset pinnoitteet.	49
Kuva 38. Uusien ja vanhojen rakenteiden liitosten tiivistäminen.	50
Kuva 39. Wärtsilän ja Loft Tehdas IV:n rajaseinälle toteutettava pystypalokatko.	50
Kuva 40. Loft Tehtaan ja Wärtsilän välinen rajaseinä.	51
Kuva 41. Ote 1. krs katon terästyspiirustuksesta S3-luokan väestönsuojien kohdalta.....	51
Kuva 42. Väestönsuojan lattian laudoituspiirustus, josta näkyy miten väestönsuojan seinälinja menee vanhojen teräsbetonipilareiden sisään.	52
Kuva 43. Pintalämpötilalaskelmien tarkastelupisteet, kylmäsilat 1-4. [6].....	53
Kuva 44. Pintalämpötilalaskelmien tuloksia[6].....	53
Kuva 45. Elementtiväliseinän liitos vanhaan rakenteeseen	55
Kuva 46. Liitos vanhaan seinään ja pilariin	55
Kuva 47. Leikkaus vanhan välipohjan kohdalta.....	56
 Taulukko 1. Rakennussuojeluun osallistujat [14, s.5]	6
Taulukko 2. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden toimenpiderajat [68, 15§].....	13
 Kuvio 1. Laserkeilausprojektin eri vaiheet [16].....	7
Kuvio 2. Työmaan laadunhallinnan osatekijät [10, s.445].....	15
Kuvio 3. Rakennushankkeen laadunvarmistamisen vaiheet [31, s. 12].....	15

LYHENTEET JA MERKINNÄT

2D	kaksiulotteinen (engl. two dimensional)
3D	kolmiulotteinen (engl. three dimensional)
As	Arseeni, alkuaine
Ba	Barium, alkuaine
Cd	Kadmium, alkuaine
Cr	Kromi, alkuaine
Cu	Kupari, alkuaine
DOC	Liuennut orgaaninen hiili (engl. Dissolved organic carbon)
EN	Eurooppalaisessa standardoimisjärjestössä CENissä (ransk. Comité Européen de Normalisation) vahvistettu standardi eli eurooppalainen standardi (ransk. Européen de Normalisation)
GEO	Geotekniikka eli tekniikan osa-alue, joka käsittelee maa- ja kallioperän teknisiä ominaisuuksia ja niiden soveltamista maa- ja pohjarakentamiseen
HAVAT-lomake	Rakennushankkeen vaarojen tunnistaminen analyysilomake VTT
Hg	Elohopea, alkuaine
LVI	Lämpö, vesi, ilmanvaihto
Mo	Molybdeeni, alkuaine
Ni	Nikkeli, alkuaine
P1-luokka	Paloluokan vaativuustaso. Ilmoitetaan asteikolla P1-P3, joista P1 on vaativin
PAH-yhdisteet	Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (engl. Polycyclic aromatic hydrocarbons)
Pb	Lyijy, alkuaine
PCB	Polyklooratut bifenyylit (engl. PolyChlorinated Biphenyl)
pH	Happamuusasteikko (engl. power of hydrogen)
RATU	Talonrakentamisen tuotantotiedosto
RIL	Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry
S1-luokka	Väestönsuojan suojaluokka, jossa suojan koko enintään 135 m ²
S2-luokka	Väestönsuojan suojaluokka, jossa suojan koko enintään 900 m ²
Sb	Antimoni, alkuaine
Se	Seleeni, alkuaine
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry:n vahvistama standardi eli suomalainen standardi
SR, sr, /s	Suojeltu rakennus, kaavamerkintä
TOC	Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (engl. Total organic carbon)
V	Vanadiini, alkuaine
VOC	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (engl. Volatile organic compound)
Zn	Sinkki, alkuaine

KÄSITTEET

Asumisterveys	Tarkoitetaan asuntojen, päivähoito- ja koulutilojen, oppilaitosten, lastenkotien, vanhainkotien ja muiden vastaavien julkisten tilojen terveydellisiä olosuhteita [78].
Asemakaava	Asemakaavassa määritellään alueen tuleva käyttö: mitä säilytetään, mitä saa rakentaa, mihin ja millä tavalla. Kaavassa osoitetaan esimerkiksi rakennusten sijainti, koko ja käyttötarkoitus. [81]
Haitta-aine	Terveydelle ja usein myös ympäristölle vaarallinen aine. [15, s.98]
Kokoomanäyte	Menetelmällä voidaan tuottaa tutkittavalta alueelta tietoa sen keskimääräisistä haitta-ainepitoisuuksista, esim. kulkeutumis- ja altistusarviointeja varten. Kokoomanäytteillä tarkoitetaan näytettä, johon on yhdistetty useista eri paikoista otettuja osanäytteitä. Kokoomanäytteitä käytetään usein analyysimäärien vähentämiseksi tai paremman alueellisen edustavuuden saavuttamiseksi. [19, s.16]
Kapselointi	Rakenteellinen erityistoimiin[9, s.4]
Kvantitatiivinen	Määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus on tieteellisen tutkimuksen menetelmäsuuntaus, joka perustuu kohteen kuvaamiseen ja tulkitsemiseen tilastojen ja numeroiden avulla. [12]
Kvalitatiivinen	Laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus on tieteellisen tutkimuksen menetelmäsuuntaus, jossa pyritään ymmärtämään kohteen laatua, ominaisuuksia ja merkityksiä kokonaisvaltaisesti. [11]
Kylmäsilta	Rakenteiden yksittäisiä kohtia, joissa on viereisiä alueita suurempi lämpöhäviö. [37, s.6]
Korjausrakentaminen	Tarkoitetaan laajasti ottaen kaikkea sitä toimintaa, jolla pyritään parantamaan tai ylläpitämään olemassaolevan rakennuksen tai sen osien kuntoa. [70]
Kulttuuriperintö	Tarkoittaa niitä menneisyydestä perittyjä voimavaroja niiden omistajasta riippumatta, jotka ihmisten mielestä kuvastavat heidän jatkuvasti muuttuvia arvojaan, uskomuksiaan, tietojään ja perinteitään. Tähän kuuluvat kaikki ihmisten ja paikkojen vuorovaikutuksesta aikojen kuluessa rakentuneen ympäristön osat. [36, s.17]

Käyttötarkoituksen muutos	Rakennuksen käyttötarkoitus määräytyy sen mukaan, mihin suurinta osaa rakennuksen kerrosalasta käytetään [71]. Käyttötarkoituksen muutoksessa muutetaan siis suurin osa rakennuksen toiminnoista.
Laserkeilaus	Mittaa automaattisesti ja nopeasti etäisyyksiä ja suuntia mittaushakkeisiin. Mittausten perusteella saadaan mittauspisteiden koordinaatit ja muodostetaan kohdeesta kolmiulotteinen pistepilvi, jonka avulla voidaan tutkia ja mallintaa mittaushakkeita yksityiskohtaisesti. [18, s.XIV]
Laadunvarmistus	Tarkoittaa laadun mittaamista ja todettujen puutteiden korjaamista. [13]
Muinaismuisto	Luonnosta löytyviä jäänteitä esihistoriallisilta ja historiallisilta ajoilta [23].
Pakkasrapautuminen	Tarkoittaa huokosverkostoon päässeeseen veden lämpölaajeneman synnyttämän paineen aiheuttamaa vauriota [26, s.22].
Projektipankki	Tiedon hallinnoinnin, jakamisen ja arkistoinnin sähköinen palvelu [42].
Palokatko	Tiivistää osastoivan rakennusosan läpi kulkevien putkien, roilojen, kanavien, johtojen, hormien sekä kuljetinlaitteistojen edellyttämät läpiviennit niin, ettei olennaisesti heikennetä rakennusosan osastoivuutta [46, s.6].
Rakennusterveys	Asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden, melun, ilmanvaihdon, valon, säteilyn ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa [68, 26§].
Radon	Radioaktiivinen jalokaasu, jota syntyy radiumin hajoamistuotteena [43, s.27].
Rajatilamitoitus	Perustuu asianomaista rajatilaan varten muodostettuihin rakenne- ja kuormitusmalleihin. Mikään rajatila ei saa ylittyä, kun malleissa käytetään asianmukaisia mitoitussarvoja kuormille, materiaali- tai tuoteominaisuuksille sekä mittatiedoille. [48, s.28]
Rakennushistoriaselvitys	Yksittäisestä rakennuksen historiasta tehty tutkimus [14, s.8].
Rakennusmääräyskokoelma	Maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta. Tarkemmat rakentamista koskevat

	säännökset ja ohjeet on koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. [85]
Rakennusperintö	Kaikki ihmisen tekemät rakennukset, rakennetut alueet ja rakenteet [14, s.3].
Rakennussuojelu	Rakennetun ympäristön suojelua, jonka päämääränä on alueellisesti edustavien kokonaisuuksien suojeleminen, merkittävien arkkitehtien töiden turvaaminen ja eri rakennustyyppien esimerkkien säilyttäminen [14, s.4].
Sallitut jännitykset	Rakennetta mitoitettaessa tarkistetaan, etteivät kuormien aiheuttamat jännitykset ylitä sallittuja jännityksiä eivätkä kuormien aiheuttamat taipumat ylitä sallittuja taipumia [56, s. 18].
Sisäilmasto	Muodostuu sisäilmasta ja siihen vaikuttavista fysikaalisista tekijöistä [38].
Takymetri	Mittauskoje, jolla mitataan vaakasuuntia, pystykulmia ja etäisyyksiä. Etäisyydenmittaus tapahtuu elektrooptisesti. Nykyaikaiset takymetrit sisältävät tietokoneen, jonka avulla mittauksia ohjataan ohjelmallisesti.[18, s.XIII]
Tietomallinnus	BIM (engl. Building Information Modeling) eli rakennuksen tietomalli, jossa rakennuksesta luodaan digitaalisesti yksi tai useampi todellisuutta vastaava virtuaalimalli. Nämä mallit tukevat rakennuksen ja rakentamisen suunnittelua kaikissa vaiheissa ja mahdollistavat paremman analytiikan ja hallinnan kuin manuaaliset prosessit. Digitaalisesti koostetut mallit sisältävät rakennuksen täsmällisen geometrian ja tiedot, joita tarvitaan rakentamisen, osien valmistuksen ja hankintatoimen tukena rakennusvaiheessa. [67]

1. JOHDANTO

Tässä työssä käsitellään case-kohteen avulla erilaisia suojellun rakennuksen korjaus- ja muutostöissä huomioitavia asioita, ongelmia ja ratkaisuja. Asiat on esitetty rakennesuunnittelijan näkökulmasta katsottuna ja ne koskevat suurelta osin juuri rakennesuunnittelun erityispiirteitä.

1.1 Tutkimuksen tausta

Rakennesuunnittelu suojellun rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksessa poikkeaa tavanomaisesta rakennesuunnittelusta, sillä käyttötarkoituksen muutoksen suunnittelijan tulee hallita hyvin sekä uudisrakentamisen että korjausrakentamisen rakennesuunnittelu. Suunnittelijan tulee lisäksi pystyä luovaan ajatteluun sekä soveltamaan erilaisia ratkaisuja. Suunnittelijan tulee myös osata pelata yhteen eri osapuolten kanssa, sillä onnistunut lopputulos vaatii, että yhteistyö eri osapuolten välillä on saumatonta. Tutkimuksessani lähestyn näitä suojellun rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen aiheuttamia poikkeavuuksia ja haasteita rakennesuunnittelun näkökulmasta ja esimerkkinä käytän Turussa olevaa vanhaa tehdaskiinteistöä – Loft Tehdasta –, joka muutetaan asuin- ja toimistorakennukseksi.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tutkimuksen tavoitteena on kerätä tietoa suojellun rakennuksen muutosrakentamisesta. Tavoitteena on esittää case-kohteen avulla sellaisia ratkaisuja ja työkaluja, joita voidaan käyttää sekä rakennesuunnittelun että suunnittelun ohjauksen apuna myös tulevilla projekteilla. Tutkimuksen tarkoitus on verrata muutosrakentamisen rakennesuunnitteluprosessia uudis- ja korjausrakentamiseen ja luoda sekä rakennesuunnittelijalle että suunnittelun ohjaukseen apuväline, jolla voidaan tarkastella lähtötietojen ja suunnittelun eri vaiheita sekä niissä huomioon otettavia asioita.

Työn rajauksena ovat muutostyöt suojellussa rakennuksessa case-kohteen avulla esitettynä. Työssä käsitellyt asiat koskettavat osin yleisesti muutosrakentamista, mutta samalla myös muuta rakentamista ja sitä voidaan soveltavin osin hyödyntää myös tavanomaisissa uudis- tai korjaushankkeissa. Case-kohteen osalta tulee huomioda, että kyseessä on todellinen tekeillä oleva projekti, joten suunnittelussa saan apua myös muilta osapuolilta, kuten arkkitehti-, LVI- (lämpö, vesi, sähkö), sähkö-, GEO (geotekniikka)-, akustiikka- ja palosuunnittelijoilta. Koska tarkoituksena on käsitellä koko muutosrakentamisen prosessia rakennesuunnittelun näkökulmasta tarkasteltuna, niin työni tulee sisältämään myös

muiden suunnittelijoiden ja osapuolten tekemiä ratkaisuja kohteessa. Rajauksena on case-kohteen rakennesuunnittelussa eteen tulevat haasteet ja erityispiirteet. Tarkoituksena on rajata työ kaikkiin niihin pääasioihin, joita tällaisen rakennuksen rakennesuunnittelussa tulee vastaan ja esittää case-kohteen avulla valikoidusti ratkaisuja ja vaihtoehtoisia toteutustapoja. Erityinen painoarvo on kohteen rakennusfysiikassa, rakennusterveydessä ja pitkäaikaiskestävyydessä sekä ratkaisujen toteutettavuudessa.

1.3 Tutkimuksen suorittaminen

Tutkimuksessani esittelen case-kohteen avulla sellaisia ratkaisuja, joilla voidaan rakentaa laadukkaita ja terveellisiä asuin- tai toimistotiloja vanhan rakennuksen sisään. Ratkaisujen laatiminen vaatii suunnittelijoilta alan laajaa tietämystä.

Varsinainen tutkimus koskee vanhan suojellun rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta rakennesuunnittelun näkökulmasta katsottuna. Case-kohteessa käsitellään suojellun tehdasrakennuksen muuttamista asunto- ja liikerakennukseksi. Tarkoituksena on käsitellä vastaan tulleita ongelmia ja tarvittavia suunnitteluratkaisuja. Ongelmien tiedostaminen ja tehdyt suunnitteluratkaisut perustuvat kokemuseräiseen tietoon, keskusteluihin ja olemassa olevan kirjalliseen aineistoon. Tutkimuksessani esittelen case-kohteen avulla sellaisia ratkaisuja, joilla voidaan rakentaa laadukkaita ja terveellisiä asuin- tai toimistotiloja vanhan rakennuksen sisään. Kokeellisia tutkimuksia kohteesta ei tehdä. Koska case-kohteessa on useita suunnittelijoita, on osa aineistosta kerätty keskusteluilla. Aineistoa on kerätty koko ajan suunnittelu- ja rakennustyön edetessä. Erilaisten listausten ja yhteenveitojen lisäksi tarkoitus on selvittää myös rakennesuunnittelun riippuvuuksia hankkeen muista osapuolista.

Tutkimuksen tarkoituksena on keskittyä erilaisiin haasteisiin, joita muutosrakentamisprosessin läpiviemisen myötä eteen tulee. Suunnittelijan tulee hallita korjaus- ja uudisrakentaminen sekä osata vielä yhdistää ja soveltaa niitä hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Koska kyseessä on muutosrakentaminen suojeltuun rakennukseen, niin ratkaisuihin voidaan saada viranomaisilta pieniä poikkeuksia vakioratkaisuihin verrattuna. Nämä ratkaisut eivät ole valtakunnallisesti tai edes kuntakohtaisesti yleispäteviä, sillä muutosrakentamisessa kaikki kohteet ovat aina yksilöllisiä. Tutkimuksen avulla on kuitenkin tarkoitus saada hyvä yleiskäsitys muutosrakentamisen rakennesuunnittelun prosesseista.

Aineistoa on tarkoitus analysoida vertaamalla sitä mm. asuin- ja toimistorakennusten uudisrakentamiseen sekä normaaliin korjausrakentamiseen ja rakennusmääräyksiin. Tutkimuksen tulosten raportointi tehdään dokumentoimalla kirjallisesti sekä täydentävin piirustuksin, laskelmin ja valokuvin.

1.4 Tutkimuksen sisältö

Tutkimuksessa perehdytään tutkittavien ongelmien ja ilmiöiden teoreettiseen taustaan, esitellään case-kohteen avulla käytettyjä toimintatapoja ja kerätään case-kohteen avulla tietoja muutosrakentamisen rakennesuunnittelun eri prosesseista sekä huomioon otettavista asioista. Lopuksi esitellään tutkimuksen tulokset ja johtopäätökset.

2. TEOREETTINEN TAUSTA

Tässä työssä tehtyjen tutkimusten ja ratkaisujen taustojen ja tulosten ymmärtämiseksi on osattava niiden keskeisimmät teoreettiset perusteet. Tarkoitus on myös tutustuttaa suunnittelua ja rakentamista ohjaaviin keskeisiin ohjeisiin, määräyksiin, asetuksiin ja lakeihin.

2.1 Lähtötiedot ja niiden prosessointi, tarkkuus ja luotettavuus

Suunnittelua ja rakentamista ohjaavat erilaiset rajaehdot, jotka perustuvat ohjeisiin, määräyksiin, asetuksiin ja lakeihin. ”Maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamennettely ja viranomaisvalvonta. Tarkemmat rakentamista koskevat säännökset ja ohjeet on koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. Asetuksena annetut ja Suomen rakentamismääräyskokoelmaan kootut rakentamista koskevat säännökset ovat velvoittavia. Ministeriön antamat ohjeet sen sijaan eivät ole velvoittavia.” [83] Korjausrakentamista rajaavat lisäksi olemassa olevat vanhat rakenteet, sekä purettavat että säilytettävät. Rakennesuunnittelua ohjaavat myös erilaiset käyttötarkoituksen vaatimukset.

Lähtötietoja saadaan myös vanhoista piirustuksista, joita voi etsiä käyttäjien omista arkistoista sekä valtion- tai kunnanarkistoista. Valtion arkistoja on esim. museoviraston arkisto, jossa ”on yli sadan vuoden ajan muodostunutta kulttuuriperinnön tutkimiseen, hoitoon ja hallintoon liittyvää materiaalia. Rakennettuun ympäristöön liittyvä arkistomateriaali jakaantuu virkatehtävien yhteydessä muodostuneeseen asiakirja-aineistoon ja piirustuksiin. Arkistossa ovat mm. rakennussuojelulailla suojeltuihin rakennuksiin, valtion asetuksella suojeltujen, kulttuurihistoriallisesti arvokkaisiin rakennuksiin sekä entistämisavustuksiin liittyvät asiakirjat. Siellä on myös rakennuksia ja rakennettua kulttuuriympäristöä koskevia inventointeja.” [24] Kunnan arkistoja ovat mm. Turun kaupunginarkistot. ”Rakennusvalvontatoimistossa ja kaupunginarkistossa säilytetään Turun kaupungissa sijaitsevien rakennusten rakennuslupapiirustuksia.” [74]

Lähtötietoina käytetään myös vanhojen rakenteiden mittaamista. Keskeisimmät vaatimukset liittyvät rakennettavan tontin ja sillä olevien rakennusten tilojen ja rakenteiden mallinnukseen. Mittauksessa ja mallinnuksessa vaadittava laajuus ja tarkkuustaso ovat hankekohtaisesti päätettäviä asioita. [32, s. 5]

Tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheissa olemassa oleva rakennus ja tontti mitataan ja inventoidaan sekä tehdään sovitut tutkimukset. Tietojen pohjalta laaditaan inventointimalli, mittauspiirustukset ja raportit. Rakentamisvaiheessa tehdään tarvittaessa piilossa olleiden rakenteiden täydentäviä mittauksia, täydennetään ja tarkennetaan inventointimallia ja muita dokumentteja esimerkiksi reikä tiedoilla. [32, s. 7]

Rakenteiden avaaminen on varmin tapa saada selville miten rakenne on tehty ja missä kunnossa se on. Sisäilmayhdistyksen mukaan rakenteiden avaamisen tavoitteet ovat seuraavat: [39]

- Varmistua mitä materiaaleja rakenteessa on käytetty ja miten paksuina kerroksina.
- Selvittää erilaisten liitosten toteutusratkaisut.
- Selvittää rakenteen kunto silmämääräisesti.
- Ottaa materiaalinäytteitä erityyppisiin analyyseihin, kuten kosteuspitoisuus-, mikrobi- tai kemiallisiin määrittäisiin.

Tehtäessä laajempaa tutkimusta mm. suojeltuun kohteeseen, käytetään rakennushistoriaselvitystä. Rakennushistoriaselvityksessä tutkitaan arkisto- ja kenttätöiden avulla kohteen historiaa, suunnittelu- ja muutosvaiheita ja nykytilaa. Rakennushistoriaselvityksen tulokset kootaan raportiksi. [35, s. 9]

2.1.1 Rakennussuojelu suomessa

Suomessa rakennussuojelu on määritelty useammassa eri laissa. Kaikkien rakennussuojelua määrittävien lakien perusta on kuitenkin suomen perustuslaissa 731/1999. Perustuslain 20 pykälän mukaan ”vastuu luonnosta ja sen monimuotoisuudesta, ympäristöstä ja kulttuuriperinnöstä kuuluu kaikille. Julkisen vallan on pyrittävä turvaamaan jokaiselle oikeus terveelliseen ympäristöön sekä mahdollisuus vaikuttaa elinympäristöään koskevaan päätöksentekoon.” [47, 20§]

Aura Kivilaakson mukaan: ”Rakennusperinnön ja rakennettujen maisemien säilymiseen vaikuttavat maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) ja -asetus (895/1999) sekä laki rakennusperinnön suojelemisesta (498/2010). Uusi rakennussuojelusta säättävä laki korvasi entisen rakennussuojelulain (60/1985) heinäkuun alussa 2010, missä yhteydessä myös maankäyttö- ja rakennuslakia muutettiin paikoin. Kiinteiden muinaismuistoiksi luokiteltavien rakenteiden osalta sovelletaan puolestaan muinaismuistolakia (295/1963), kun taas kirkkorakennusten suojelusta säädetään kirkkolaissa (1954/1993) ja laissa ortodoksisesta kirkosta (985/2006).” [14, s. 5-6] Vaikka rakennussuojelusta määrätään useassa eri laissa, varsinaiset suojelumerkinnät tehdään kuitenkin pääosin kaavoittajan toimesta. Rakennussuojelun eri osapuolet ja heidän roolinsa on esitetty taulukossa 1.

Kunnat	Museotoimi	Ympäristöhallinto	Kansalaistoimijat	Omistajat
Kuntaliitto ja kunnat: Kaupunkisuunnittelu- viranomaiset Rakennusvalvontavirastot Rakennusvirastot	Museovirasto (valtio) Maakuntamuseot Paikallismuseot	Ympäristöministeriö Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ent. alueelliset ympäris- tökeskukset)	Esim. Kotiseutuliitto, Rakennustaiteen seura ja kansainväliset järjes- töt kuten DOCOMOMO ja ICOMOS	Kiinteistöjen omistajat
Kaavojen laatiminen, rakennus- ja toimenpidelu- vat, rakennusvalvonta ym.	Asiantuntijaviranomainen: lausunnot, inventoinnit, arviointit ym.	Suojelu lakiin rakennus- perinnön suojelemisesta (ent. rakennussuojelulaki) perustuen. Kaavoitus- ja poikkeuslupa-asiat	Kolmannen sektorin voittoa tavoittelematon toiminta, jonka päämää- ränä on ympäristötietoi- suuden lisääminen	Omistajat mm. huolehtivat omaisuutensa kunnossapi- dosta ja voivat tehdä kirjalli- sen rakennussuojeluesityk- sen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle

Rakennussuojeluun osallistujat. Aiheesta lisää mm. Ympäristöministeriön julkaisussa Rakennusperintöstrategia.
Valtioneuvoston päätös 13.6.2001. Osaamista, vastuuta ja voimavaroja rakennusperinnön hoitoon.

Taulukko 1: Rakennussuojeluun osallistujat [14, s.5]

Lain ”Laki rakennusperinnön suojelusta” -mukaan rakennus voidaan suojella, jos se on valtakunnallisesti, maakunnallisesti tai paikallisesti merkittävä. Rakennuksen merkittävyys arvioidaan harvinaisuuden, tyypillisyyden, edustavuuden, alkuperäisyyden, historiallisen todistusvoimaisuuden tai historiallisen kerroksisuuden perusteella. Rakennuksen suojelemisesta päättää elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. [17, 8-9§] Lain piiriin luettavat rakennukset sijaitsevat tavallisesti kaupunkien ja taajama-alueen eli asemakaavan ulkopuolella. Poikkeuksiakin on, sillä lakia voidaan soveltaa myös kaava-alueilla, mikäli kohteella on huomattavaa valtakunnallista arvoa tai mikäli sen suojeleminen kaavalla ei jostain syystä muuten onnistu. Maisemia tai laajempia rakennettuja alueita lailla ei voida suojella, vaan niiden suojeleminen tapahtuu ensisijaisesti kaavoituksen avulla. Mikäli rakennuksen sisätiloja suojellaan, niin suojelupäätös kirjataan aina erikseen. Suojelu voi koskettaa vain tiettyä osaa sisätiloissa, kuten katto- tai seinämaalaus tai se voi koskettaa sisätiloja kokonaisvaltaisesti, kuten huonejakoa ja sisustusta. Rakennukselle voidaan asettaa myös ns. vaarantamiskielto eli voidaan kieltää ryhtyminen rakennuksen kulttuurihistoriallista merkitystä vaarantaviin toimenpiteisiin. Kielto voidaan määrätä suojeltuun kohteeseen tai sellaiseen kohteeseen, jonka suojelu on vireillä. Tämä toimii ennaltaehkäisevänä suojelutoimenpiteenä silloin, kun kohteen rakennusperinnön säilyminen on jollain tavalla uhattuna. [14, s.6]

Kaavoittamisen merkitys rakennussuojelussa on suuri. Maankäyttö- ja rakennuslaki antaa kaavoittajalle mahdollisuuden suojella myös kulttuurimaisemia ja kaupunkikuvaa kaupunkipuistona yleiskaavassa. [22, 68-71§] Yleiskaavassa ei puututa kohteiden yksityiskohtaiseen suojelemiseen, mutta päätetään tavoitteet joilla ohjataan asemakaavoitusta. Asemakaavassa suojeleminen tapahtuu merkinnöin, jotka vaihtelevat kaavakohtaisesti. Merkintänä käytetään mm. sr, SR tai /s (suojeltu rakennus). Tämän merkinnän perään voidaan liittää vielä numero täsmentämään suojelustatusta. Merkintöjen tarkka sisältö on

kerrottu kaavan sisältyvässä sanallisessa osassa. Sanallisessa osassa olevat selitykset voivat olla hyvinkin yksityiskohtaisia. Asemakaavalla voidaan suojella myös julkisia sisätiloja. [14, s. 7]

2.1.2 Rakenteiden mittaukset ja avaukset

Korjauskohteessa vanhojen rakenteiden mittaamiseen voidaan käyttää useita eri menetelmiä. Näistä käytetyimmät ovat erilaiset 3D-mittaukset (engl. three dimensional) tekniikat, kuten laserkeilaus tai takymetrimittaus. Takymetrimittaus oli alun perin manuaalinen mittauslaite, mutta on nykyään automaattinen joko prismalla tai ilman. [79] 3D-laserkeilauksen perusideana on saada mittatarkkaa tietoa havaittavasta ympäristöstä itse kohdetta koskettamatta. Keilaimen ehdottomat edut muihin mittaus- ja mallinnusmenetelmiin ovat tarkkuus, nopeus ja turvallisuus. [16] Laserkeilausprojektin eri vaiheet on esitetty kuviossa 1. Lisätietoja mittausmenetelmistä on saatavissa mm.. Maankäyttö 4/2001 julkaisusta artikkelista Laserkeilaus – uusi ulottuvuus paikkatiedon keräämiseen [16], Sisäilmayhdistys ry:n internet-sivuilta <http://www.sisailmayhdistys.fi/> [39] ja Maankäyttö 4/2010 julkaistusta artikkelista Takymetri – Mittaustyökalu moneen käyttöön [79].



Kuvio 1: Laserkeilausprojektin eri vaiheet [16].

Rakennusteollisuus RT on julkaisemassa lähiaikoina ”KorjausRYL Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Esiselvitykset ja purkaminen.” –teoksen. Valitettavasti teosta ei ehditty julkaisemaan ennen tämän diplomityön kirjoittamista. Tuo teos käsittelee lähtötietojen hankintaa korjausrakentamisessa.

2.1.3 Näytteet ja tutkimukset

Näytteiden otto ja tutkimukset rakenteista voidaan jakaa kemiallisiin tutkimuksiin, mikrobiotutkimuksiin ja mikroskooppisiin menetelmiin [39].

Kemialliset epäpuhtaudet ovat hiukasmaisia tai kaasumaisia aineita, jotka voidaan jakaa orgaanisiin ja epäorgaanisiin yhdisteisiin. Sisäilman kannalta merkittäviä epäorgaanisia kaasumaisia yhdisteitä ovat hiilidioksidi, hiilimonoksidi, otsoni, rikkidioksidi ja muut rikkiyhdisteet sekä typen oksidit ja ammoniakki. Sisäilmassa on satoja orgaanisia kaasumaisia yhdisteitä, joiden pitoisuudet ovat tosin yleensä hyvin pieniä. Kemiallisten, sisäilmassa esiintyvien aineiden kokonaismäärää kuvataan usein haihtuvien orgaanisten aineiden pitoisuuksien määrällä VOC (engl. Volatile organic compound). VOC-yhdisteisiin kuuluvat mm. seuraavat orgaaniset yhdisteet: [40]

- alkaanihiilivedyt (heksaani, dodekaani, undekaani)
- terpeenit (α -pineeni, β -pineeni, 3-kareeni, limoneeni)
- aromaattiset hiilivedyt (tolueeni, bentseeni, ksyleenit, styreeni, trimetyylibentseeni)
- klooratut hiilivedyt (1,4-diklooribentseeni, trikloorietyleeni)
- alifaattiset aldehydit (heksanaali, nonanaali)
- alkoholit (etanoli, n-butanoli, propanoli, 2-etyyli-1-heksanoli)
- esterit ja ketonit (n-butyliasetaatti, asetoni)
- muut yhdisteet (esim. pyridiini, siloksaanit)

Mikrobiologisella näytteenotolla pyritään selvittämään rakennuksen mikrobiologiaa. Yleisimpiä syitä ovat rakennuksen kosteusvaurioepäily tai vaurion laajuuden selvittäminen. [41] Mikrobitutkimuksessa rakennusmateriaalinäyte otetaan näytepalana rakennusmateriaalin pinnalta tai rakenteesta. Näyte uutetaan steriiliin laimennusliuokseen, josta tehdään sarja laimennoksia viljelyä varten. Materiaalinäytteen alustavassa tutkimuksessa on suositeltavaa käyttää näytteen suoraa mikroskopointia. Tällöin on mahdollista havaita myös elinkykynsä menettänyt mikrobikasvusto (itiöitä ja rihmastoja), jota ei saada viljelemällä esiin. Kuten pintanäytteen osalta on esitetty, myös rakennusmateriaalinäytteen tuloksen tulkinnan kannalta on suositeltavaa ottaa vertailunäyte. [43, s.74]

Mikroskooppisin menetelmin selvitetään mm. materiaalin asbestisisältö. Asbestikuidun määrä ja laatu saadaan selville suoraan mikroskopoinnilla (valomikroskooppi tai elektronimikroskooppi). Mikroskooppisilla menetelmillä laskettavien kuitujen paksuus on enintään 3 mikrometriä ja pituus vähintään 5 mikrometriä sekä pituuden suhde paksuuteen vähintään 3. [43, s. 61]

Maa-alueen näytteenotto aloitetaan tutkimalla taustatietoja ja tekemällä historiaselvityksen. Selvityksessä kootaan olemassa olevat historia- ja pohjatutkimustiedot sekä selvitetään geologiset ja hydrogeologiset olosuhteet. [27, s.7] Haitta-ainekartoitus voidaan tehdä joko kenttämittareilla tai laboratoriomäärityksellä. Laboratoriomäärityksellä päästää parempaan tarkkuuteen. Laboratoriossa näyte esikäsitellään ennen varsinaista analyysia. Näyte tulee ottaa ennen muita mittauksia ja puhtailla työvälineillä. [27, s.13]

2.2 Rakennesuunnittelun eteneminen

Rakennustieto Oy on tehnyt rakennesuunnittelun tehtäväluettelon RAK12, joka on tarkoitettu talonrakennusta koskevan rakennesuunnittelun tehtävien sisällön ja laajuuden määrittelyyn. Luettelo mahdollistaa hankekohtaisen rakennesuunnittelun tehtävien suorittajien valinnan. Luettelo on tarkoitettu käytettäväksi kaikenlaisissa kohteissa kaikkien hankinta- ja palkkiomuotojen kanssa. Tehtäväluetteloa käytetään suunnittelijan tehtävälajisuuden määrittelyssä, suunnittelukokonaisuuden hallinnassa sekä osana suunnittelun laadunvarmistusta. Tehtäväluettelo liitetään suunnittelusopimukseen. [27, s.1]

2.3 Purkutööt

Purkutöitä ohjaa työturvallisuuslaki 758/2002, jonka mukaan ”Työnantajan on työn ja toiminnan luonne huomioon ottaen riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työstä, työajoista, työtilasta, muusta työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät sekä, jos niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle.” [76, 10§]. Lain mukaan silloin, kun työ aiheuttaa erityistä vaaraa, niin ”Jos 10 §:ssä tarkoitettu työn vaarojen arviointi osoittaa, että työstä saattaa aiheutua erityistä tapaturman tai sairastumisen vaaraa, tällaista työtä saa tehdä vain siihen pätevä ja henkilökohtaisten edellytystensä puolesta työhön soveltuva työntekijä tai tällaisen työntekijän välittömässä valvonnassa muu työntekijä. Muiden henkilöiden pääsy vaara-alueelle on tarpeellisin toimenpitein estettävä.” [76, 11§] Asumisterveysasetus puolestaan asettaa raja-arvot haitta-aineille. Korjausrakentamista koskevat asetuksen pykälät 1-4 ja 14-15. Mikäli kohteessa olisi asbestia tai mikrobeja, kuten hometta, olisi lisäksi huomioitava pykälät 19-20. [44]

Asbestipurkutöitä ohjaa oma asetuksensa, joka astui voimaan vuoden 2016 alusta. Asetuksen mukaan ”Rakennuttajan tai muun, joka ohjaa tai valvoo rakennushanketta, johon voi sisältyä asbestipurkutöitä, on huolehdittava asbestikartoituksen tekemisestä. Asbestikartoituksessa on 1) paikallistettava purettavassa kohteessa oleva asbesti, 2) selvitettävä asbestin ja sitä sisältävien materiaalien laatu ja määrä, 3) selvitettävä rakenteissa olevan asbestin ja sitä sisältävien materiaalien pölyävyys niitä käsiteltäessä tai purettaessa. Asbestikartoituksen tekijältä edellytetään riittävää perehtyneisyyttä asbestiin, sen esiintymiseen ja rakenteiden purkamiseen sekä suunnitellun kartoituksen laadun ja laajuuden edellyttämää ammatillista osaamista. Asbestikartoitus on dokumentoitava ja se on luovutettava asbestipurkutyöhön ryhtyvän työnantajan tai itsenäisen työnsuorittajan käyttöön.” Asetuksessa määritellään myös turvallisen asbestipurkutyön periaatteet ja työmenetelmät [77, 7§]. RATU-kortissa (talonrakentamisen tuotantotiedosto) 82-0236 ”Asbestia sisältävien rakenteiden purku” kuvataan tarvittavat toimenpiteet ennen purkutöitä, niiden aikana ja jälkeen [75].

Työterveyslaitoksen ohjeen mukaan PAH-yhdisteiden (engl. Polycyclic aromatic hydrocarbons) purkutöissä: ”Piikattaessa kivihiilipikimateriaaleja hiukasmaiset PAH-pitoisuudet työilmassa voivat nousta moninkertaisesti yli haitalliseksi tunnettujen pitoisuuksien ja höyrymäisten aineosien pitoisuudet saattavat olla myös merkittäviä. PAH-yhdisteet imeytyvät ihon läpi ja kulkeutuvat hengitysilman kautta elimistöön, mikä asettaa työntekijöiden henkilökohtaiselle suojautumiselle ja ympäristön suojaamiselle erityisvaatimuksia.” [75] Kivihiilipikeä sisältävien rakenteiden purkuun on olemassa Ratu-ohjekortti osastointimenetelmälle [29].

Rakennustieto Oy on tehnyt lisäksi Ratu-ohjekortit myös seuraavista purkutöihin liittyvistä menetelmistä:

- Väliaikainen tuenta. Ratu 81-0378. Toukokuu 2011.
- Tavanomaiset purkutyöt. Vaaralliset aineet –käsittely ja suojaus. Ratu 82-0384. Toukokuu 2011.
- Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku. Ratu 82-0383. Toukokuu 2011.
- Raivaus ja purku. Ratu 11-0247. Lokakuu 2002.
- Purkutöiden suunnittelu. Purkusuunnitelma ja purkutöiden tehtäväsuunnittelu. Ratu 1221-S. Helmikuu 2009.

Purkusuunnitelman osalta rakennesuunnittelijalle kuuluvat Ratu-suunnitteluohjeen mukaan seuraavat tehtävät: [28]

- laatii purettavista rakenteista purkutyöselostuksen ja purkupiirustukset
- tutkii purettavien rakenteiden kantavuuden, vakavuuden, tuentatarpeen ja materiaalit
- tarkastaa kohteen vanhojen suunnitelmien paikkansapitävyyden
- tunnistaa työturvallisuusriskejä sisältävät työvaiheet ja ilmoittaa riskeistä
- avustaa urakoitsijaa purkutyösuunnitelman teossa
- tarkastaa urakoitsijan tekemän purkutyösuunnitelman

2.4 Vanhojen rakenteiden kestävyys ja stabiliteetti

Selvitetään rakenteiden lähtötiedot kohdan 2.2 mukaisin menetelmin. Rakennelaskelmat voidaan tehdä vanhoihin rakenteisiin käyttämällä rajatilamitoitusta tai sallittuja jännityksiä, ohjeet laskentaan löytyvät kumotuista rakentamismääräyskokoelmista [84]. Betonirakenteet B4 [51], kevytbetoniharkkorakenteet B5 [52], teräsrakenteet B7 [53], muuratut rakenteet B8 [54, 55] ja puurakenteet B10 [56].

Lisätietoa rakenteiden kestävyys ja stabiliteetin laskentaan saa mm. seuraavista julkaisuista:

- Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja 2013 – osa 1. Suomen betoniyhdistys. 2013.
- Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja 2014 – osa 2. Suomen betoniyhdistys. 2014.
- Betoninormit 2000 by15, Suomen betoniyhdistys. 2000.
- Betoninormit 2016 by65, Suomen betoniyhdistys. 2016.
- RIL 85 Muuratut rakenteet tiilikivistä ja kalkkihiekkakivistä 1972. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. 1972.
- RIL 85-1989 Tiilirakenteet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. 1989.
- RIL 144-1982 Rakenteiden kuormitusohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. 1982.
- RIL 144-1997 Rakenteiden kuormitusohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. 1997.
- RIL 174-1-5 Korjausrakentaminen osat I-V. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. 1988.
- Betonirakenteiden korjausohjeet 2007 by41. Suomen betoniyhdistys. 2007.
- RIL 216-2013 Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. 2013

2.5 Asumisturvallisuus

Asumisturvallisuuteen liittyy olennaisesti rakenteiden kestävyys sekä normaaliolosuhteissa että onnettomuustilanteessa. Onnettomuustilanteita ohjaa suomessa pelastuslaki 2011/379 [25], maankäyttö- ja rakennuslaki [9, 17 luku] sekä ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista [82]. Palomääräykset on esitetty suomen rakennusmääräyskokoelman osassa E1, rakennusten paloturvallisuus; määräykset ja ohjeet [62] Rakennusmääräyskokoelman mukaisilla kuormilla mitoitettaessa rakenteellisen turvallisuuden suunnitteluohjeet on esitetty tarkemmin rakennusmääräyskokoelman osassa B [50]. Rakennusmääräyskokoelman lähes kaikki osan B määräykset ja ohjeet on kumottu eurokoodien käyttöönoton myötä. Suunniteltaessa eurokoodeilla, rakenteellisen turvallisuuden säädökset on esitetty tarkemmin eurokoodin osissa SFS (suomen standardisoimisliitto) EN (ransk. Européen de Normalisation) 1990, SFS EN 1991, SFS EN 1992, SFS EN 1993, SFS EN 1994, SFS EN 1995, SFS EN 1996, SFS EN 1997, SFS EN 1998 ja SFS EN 1999 [63]. Tarkempia ohjeita on annettu mm. Eurokoodien help deskissä [3], julkaisussa RIL 202-2011 Betonirakenteiden suunnitteluohje, Teräsrakenneyhdistyksen Eurocode 3-kirjasarjassa [69] sekä RIL (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry) 205-1-2016 Puurakenteiden suunnitteluohje, jonka perusteella puuinfo on tehnyt lyhennetyn suunnitteluohjeen.

2.6 Asumisterveys ja –viihtyvyys

Nykyisin asumisterveyden ja hyvän sisäilmaston määrittelee Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Asetus on annettu Helsingissä 23 päivänä huhtikuuta 2015. Asetus puolestaan perustuu terveydensuojelulakiin (763/1994) 32 §:n 1 momenttiin. Saman lain 49 d §:n 1 momenttiin perustuu puolestaan ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimukset.”Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä terveydellisiin perustein fysikaalisista, kemiallisista ja biologisista tekijöistä asunnossa ja muussa oleskeluun tarkoitettussa tilassa.” [44, 32§].

Yleisten arviointiperusteiden mukaan ”terveyshaitta on arvioitava kokonaisuutena siten, että altisteen toimenpiderajaa sovellettaessa otetaan huomioon altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto, mahdollisuudet välttyä altistumiselta tai poistaa haitta sekä poistamisesta aiheutuvat olosuhteet ja muut vastaavat tekijät. Sovellettaessa tässä asetuksessa tarkoitettuja fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia tekijöitä koskevia vaatimuksia tavanomaisesta poikkeavissa oloissa, kuten rakennuksen tai sen osan korjauksen tai muutostyön aikana, on otettava huomioon erityisesti altistuksen kesto ja mahdollisen terveyshaitan toteutumisen riski.” [68, 3§]

Mittaukset ja näytteenotto tulee tehdä ensisijaisesti asunnon tai muun oleskelutilan tavanomaista käyttöä vastaavissa oloissa. Terveyshaittaa selvitetäessä on mittauksessa ja näytteenotossa käytettävä standardoituja menetelmiä tai vastaavia muita luotettavia menetelmiä. Mittaus- ja näytteenottolaitteiden pitää olla valmistajan ohjeiden mukaisesti kalibroituja. [68, 4§]

Näyte tulee ottaa ja analysoida laboratorion ohjeiden ja laadunvarmistusjärjestelmän mukaisesti. Mittaus- ja analyysituloksia sisältävässä lausunnossa on aina ilmoitettava käytetty mittaus-, näytteenotto- ja analysointi-menetelmä sekä määrittäysraja ja tulosten tulokinnassa noudatetut periaatteet. [68, 4§]

Toimenpiderajan ylittymistä arvioitaessa on tehtävä mittaus- tai näytteenottotapahtumaa ja jatkoanalyysiä koskeva epävarmuustarkastelu. Toimenpideraja ylittyy, jos asetuksessa tarkoitettujen altisteiden numeeriset arvot ylittyvät mittausepävarmuus huomioon ottaen. Uuden mittausmenetelmän luotettavuus ja toistettavuus terveyshaittojen selvittämiseksi on osoitettava asiantuntevan ja riippumattoman sosiaali- ja terveysministeriön hyväksymän toimijan toimesta. [68, 4§]

Kemiallisten tekijöiden mittauksessa on ilmanäyte otettava oleskeluvyöhykkeeltä tilan tai huoneen keskialueelta, noin 1,1 metrin korkeudelta. Näyte otetaan sellaisesta huoneesta tai oleskelutilasta, joka parhaiten edustaa tutkittavan kemiallisen yhdisteen esiintymistä. Ilmanvaihdon on näytteenottotilassa vastattava altistumisen kannalta tavanomaista tilannetta. Ikkunat, ulko-ovet ja tuuletusluukut on pidettävä kiinni näytteen keräyksen aikana.

Mittausaika on kunkin kemiallisen aineen mittausmenetelmässä ilmoitettu näytteen keräysaika. [68, 14§]

Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä tutkittaessa on haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sen estämättä, mitä 2 momentissa säädetään, seuraavien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden huoneilman tolueenivasteella lasketut pitoisuuden toimenpiderajat ovat: [68, 15§]

Yhdiste	Toimenpideraja
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli di-isobutyraatti (TXIB)	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Naftaleeni	ei saa esiintyä hajua, $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Styreeni	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Taulukko 2: Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden toimenpiderajat [68, 15§].

Asetuksessa on määriteltä myös enimmäispitoisuudet sisäilmassa formaldehydille, hiili-monoksidille, tupakansavulle, hiukkasille ja mikrobeille. Siinä on myös määriteltä huoneilman lämpötila, -kosteus ja vesijohtoveden lämpötila sekä ilmanvaihto, vetoisuus ja melu. Kyseisen asetuksen liitteissä on esitetty tarkempia raja-arvoja hyvälle sisäilmalle. [68]

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista –asetuksesta on tehty Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontaviraston Valviran soveltamisohjeet. Kyseiset ohjeet on jaettu viiteen osioon. Näistä osa 1 koskee asumisterveysasetuksen pykälää 1-10, osa 2 asumisterveysasetuksen pykälää 11-13, , osa 3 asumisterveysasetuksen pykälää 14-19, osa 4 asumisterveysasetuksen pykälää 20 ja osa 5 asumisterveysasetuksen pykälää 21.

Säteilyturvakeskuksen mukaan radon on radioaktiivinen kaasu, jota voi esiintyä sisäilmassa haitallisina pitoisuuksina. Talon alla oleva maaperä on tärkein radonin lähde. Asuntoon se kulkeutuu perustuksessa olevien rakojen kautta. Radonia ei voi mitenkään aistia, ja mittaaminen onkin ainoa tapa saada pitoisuus selville. Jos pitoisuus on liian korkea, voidaan radonpitoisuutta alentaa esimerkiksi radonimurilla. [66] Sosiaali- ja terveysministeriön päätöksen 944/92 mukaan asunnon huoneilman radonpitoisuuden ei tulisi ylittää 400 becquereliä kuutiometrissä (Bq/m^3) [45, 1§].

Pintalämpötilojen laskennasta ja kosteuden siirtymisestä rakenteessa löytyy lisätietoa teoksesta Introduction to Building Physics [5]. Teoksessa käsitellään lämmön, kosteuden

ja ilman kulkeutumista rakenteissa ja se pyrkii käsittämään kaikki tärkeimmät rakennusfysiikan osa-alueet [1]. Lisäksi kosteudesta annetaan määräyksiä ja ohjeita rakennusmääräyskokoelman osassa C2 [58] sekä rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta osassa D2 [60].

Energiaan liittyen määräykset tulevat rakennusmääräyskokoelman osista C4 [59] ja D3 [61]. Lisätietoa löytyy mm. teoksesta RIL 216-2013, jonka mukaan rakennesuunnittelijan osallistuminen energiataloudelliseen optimointiin kohdistuu keskeisesti rakennuksen vaippaan ja siten lämpöhäviöiden hallintaan [49, s.38].

Rakennuksen äänimaailmaan löytyy ohjeet laskennasta ja huomioitavista ratkaisuihin Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry:n teoksista RIL 243-1-2007 Rakennusten akustinen suunnittelu: akustiikan perusteet, RIL 243-2-2007 Rakennusten akustinen suunnittelu: oppilaitokset, auditoriot, liikuntatilat ja kirjastot, RIL 243-3-2008 Rakennusten akustinen suunnittelu: toimistot, RIL 243-4-2011 Rakennusten akustinen suunnittelu: teollisuustilat. Lisäksi rakennusmääräyskokoelman osassa C1 on annettu määräykset ja ohjeet rakennuksen ääneneristykseen ja meluntorjuntaan [57].

2.7 Yhteistyö ja kommunikointi

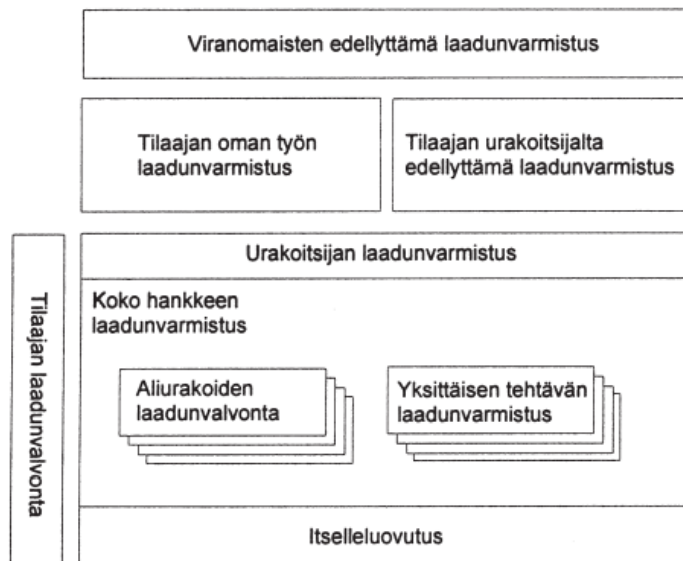
Talonrakentaminen vaatii saumattoman hyvää yhteispeliä kaikilta hankkeen osapuolilta kuten tilaajalta, rakennuttajakonsultilta, arkkitehdiltä, rakenne- ja lvis-suunnittelijoilta, muilta erikoissuunnittelijoilta, urakoitsijoilta ja aliurakoitsijoilta. Yhteistoiminnan tiivistämistä hyvän lopputuloksen varmistamiseksi edellyttävät yhä enemmän alan toimijoiden erikoistuminen, urakoiden ketjuuntuminen, tilaajien ja loppukäyttäjien laatuvaatimusten kasvu sekä hankkeiden kiristyneet aikataulut ja kustannuspaineet. Tärkeää on yhteistoiminnan alkaminen heti projektin käynnistyttyä ja jatkuminen sen loppuun asti. Lisäksi tarvitaan pätevää ja määrätietoista projektin kokonaisjohtamista. Viime kädessä vastuu yhteistyöstä on koko hankkeen tilaajalla. [33]

Rakennushankkeen eri osapuolten välistä yhteistyötä ja kommunikointia on käsitelty myös teoksessa Rakennushankkeen työturvallisuus. Teoksen mukaan rakennushankkeen osapuolten (rakennuttaja, suunnittelija, työnantaja ja itsenäinen työsuorittaja) edellytetään toimivan yhdessä. Jotta näiden osapuolten yhteinen toiminta olisi mahdollista, tulee heidän huolehtia kaiken tarpeellisen tiedon antamisesta oikeaan aikaan ja riittävän ajoissa sitä tarvitseville osapuolille. [30, s.142]

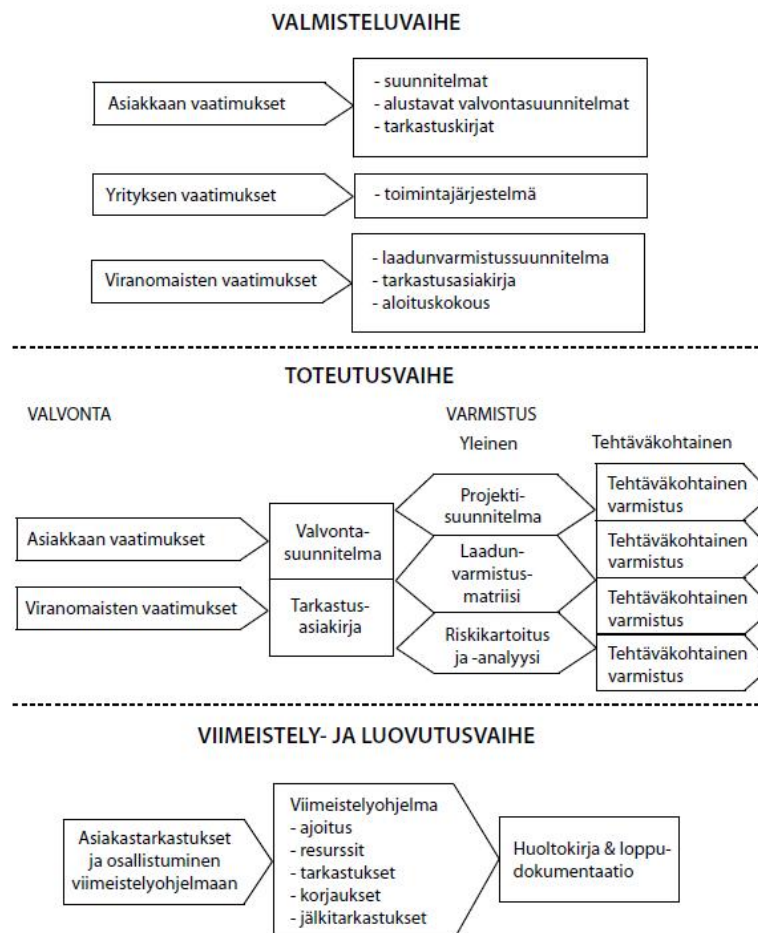
2.8 Laadunvarmistaminen ja dokumentointi

Juha-Matti Junnosen mukaan laadunvarmistus sisältää kaikki ne toimenpiteet, jotka ovat tarpeen riittävän varmuuden saamiseksi siitä, että rakennus täyttää sille asetetut laatuvaatimukset. Laadunvarmistukseen liittyy myös laaduntarkastus eli laadun mittaamista ja vertaamista asetettuihin tai sovittuihin vaatimuksiin. Laadunvalvonta on yhteisnimitys

erilaisille laaduntarkastustoimenpiteille. [10, s.445] Kuvioissa 2 ja 3 on esitetty laadunhallinnan osatekijät ja rakennushankkeen laadunvarmistamisen vaiheet.



Kuvio 2: Työmaan laadunhallinnan osatekijät [10, s.445].



Kuvio 3: Rakennushankkeen laadunvarmistamisen vaiheet [31, s. 12].

Rakennushankkeeseen ryhtyvälle asetetaan maankäyttö- ja rakennuslaissa erityinen huolehtimisvelvollisuus, jonka mukaan tämän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti [22, 119§]. Juha-Matti Junnosen mukaan huolehtimisvelvollisuuteen kuuluvat muun ohessa rakennustyön valvonta sekä työtuloksen tarkastaminen ja todentaminen samoin kuin käytettävien rakennustuotteiden kelpoisuuden toteaminen [10, s. 446]. Rakennuskohteen varsinaisen rakennustöiden valvonnan suorittaa rakennuttajan palkkaama työmaavalvoja. Hänen lisäksi työmaalla valvontaa suorittavat viranomaiset, urakoitsijat, suunnittelijat ja mahdolliset erikoisvalvojat. [10, s. 447]

Maankäyttö- ja rakennuslaissa määrätään, että rakennushankkeeseen ryhtyvä vastaa siitä, että sellaiselle rakennukselle, jota käytetään pysyvään asumiseen tai työskentelyyn on laadittava käyttö- ja huolto-ohje. Käyttö- ja huolto-ohje on laadittava myös rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä silloin, kun toimenpide edellyttää rakennuslupaa. Käyttö- ja huolto-ohjeen tulee sisältää rakennuksen käyttötarkoitus ja rakennuksen ominaisuudet sekä rakennuksen ja sen rakennusosien ja laitteiden suunniteltu käyttöikä huomioon ottaen tarvittavat tiedot rakennuksen asianmukaista käyttöä ja kunnossapitovelvollisuudesta huolehtimista varten. [22, 117i§] Rakennuksen ja rakennusosien suunniteltu käyttöikä otetaan huomioon rakennusta varten laadittavassa käyttö- ja huolto-ohjeessa [21, 55§].

Ympäristöhallinnon yhteisen verkkopalvelun mukaan ”Käyttö- ja huolto-ohje sisältää tarvittavat tiedot rakennuksen asianmukaista käyttöä ja kunnossapitovelvollisuudesta huolehtimista varten. Ohjetta laadittaessa otetaan huomioon rakennuksen käyttötarkoitus ja rakennuksen ominaisuudet sekä rakennuksen ja sen rakennusosien ja laitteiden suunniteltu käyttöikä.” [80]

3. TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

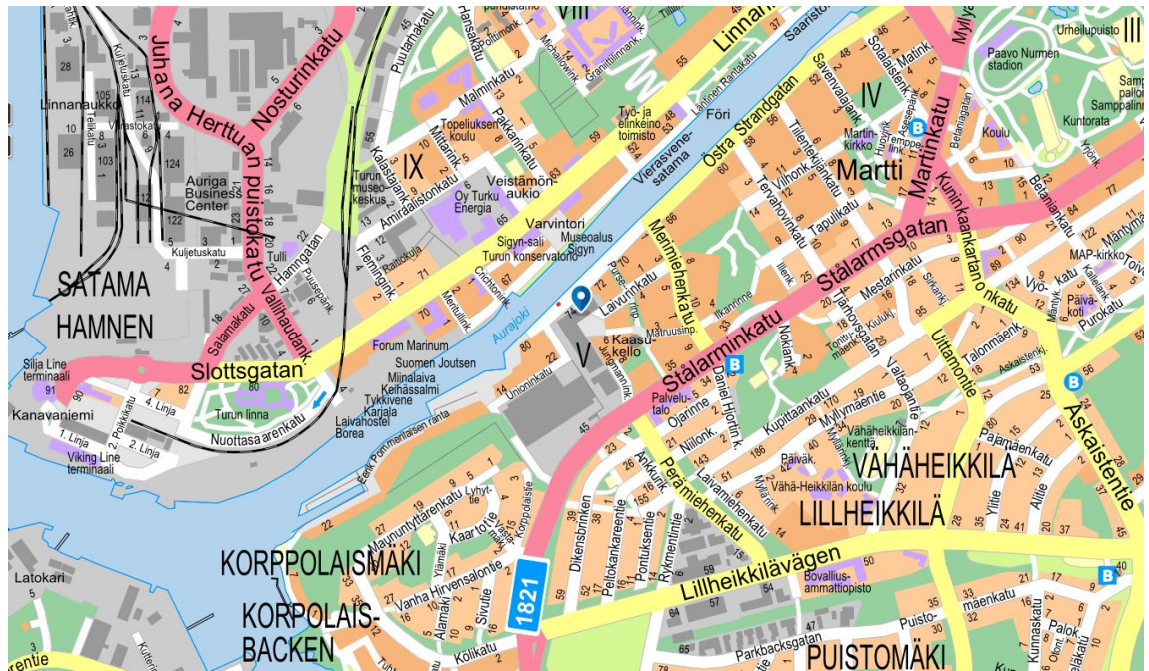
Tutkimus toteutettiin ei-kokeellisena tutkimuksena. Tutkimuksen tyyppinä puolestaan oli tapaustutkimus eli case-tutkimus. Case-tutkimus kohdistui tässä työssä vain yhteen kohteeseen, Turussa sijaitsevaan Loft Tehtaaseen. Tutkimuksen pohjana käytetään kuitenkin myös muista kohteista saatua kokemuseräistä tietoa. Varsinainen tutkimus suoritetaan työskentelykäytäntöjä ja toteutuneita ratkaisuja tarkkailemalla ja analysoimalla. Näiden pohjana on case-kohteen avulla kerätty aineisto sekä keskusteluista ja muista vastaavista kohteista saadut pohjatiedot. Tutkimuksessa kerätään kokoon case-kohteen avulla suojelun rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen rakennesuunnitteluun kohdistuvia erityisiä asioita ja esitetään niihin ratkaisuja sekä pohditaan erilaisia kehittämisvaihtoehtoja.

3.1 Tutkimusmenetelmän valinta

Tutkimus tehtiin käyttäen case-tutkimusmenetelmää. Case-tutkimuksessa käytetään erilaisia tiedonkeruu ja analyysitapoja, eikä sitä voida pitää ainoastaan aineistonkeruun tekniikkana. Tapaustutkimuksen teko ei siis rajoita menetelmävalintoja: käytössä ovat yhtä hyvin kvantitatiiviset kuin kvalitatiivisetkin menetelmät. Case-tutkimuksessa tutkitaan yksittäistä tapahtumaa, rajattua kokonaisuutta tai yksilöä käyttämällä monipuolisia ja eri menetelmillä saatuja tietoja. Case-tutkimuksessa pyritään tutkimaan, kuvaamaan ja selittämään tapauksia pääasiassa miten- ja miksi-kysymysten avulla. [34]

3.2 Case-kohteen esittely

Turun keskusta-alueella, Aurajoen välittömässä läheisyydessä on toiminut Wärtsilän Dieselmootoreita valmistava tehdas vuodesta 1938. Tehtaan toiminta lopetettiin vuodenvaihteessa 2004-2005 tuotannon siirryttyä Italiaan. Wärtsilän dieseltehdasta on laajennettu useaan otteeseen. Asuin- ja toimistokäyttöön muutettavaksi tarkoitettu rakennus on entisen Wärtsilän ns. L-tehdas, joka sijaitsee lähinnä Aurajokea. Tehtaan vanhin osa on valmistunut vuonna 1934 ja sitä on laajennettu 1950-luvulla kahteen otteeseen. Nyt tehtävään rakennukseen on tarkoitus tehdä asuntoja vanhimpaan osaan sekä molempiin laajennuksiin. Toisesta laajennusosasta suurin osa jää toistaiseksi Wärtsilän tehdaskäyttöön; tiloissa toimii Wärtsilän korjaushalli. Rakennuksen sijaintia ja ulkoasua on havainnollistettu kuvissa 1-4.



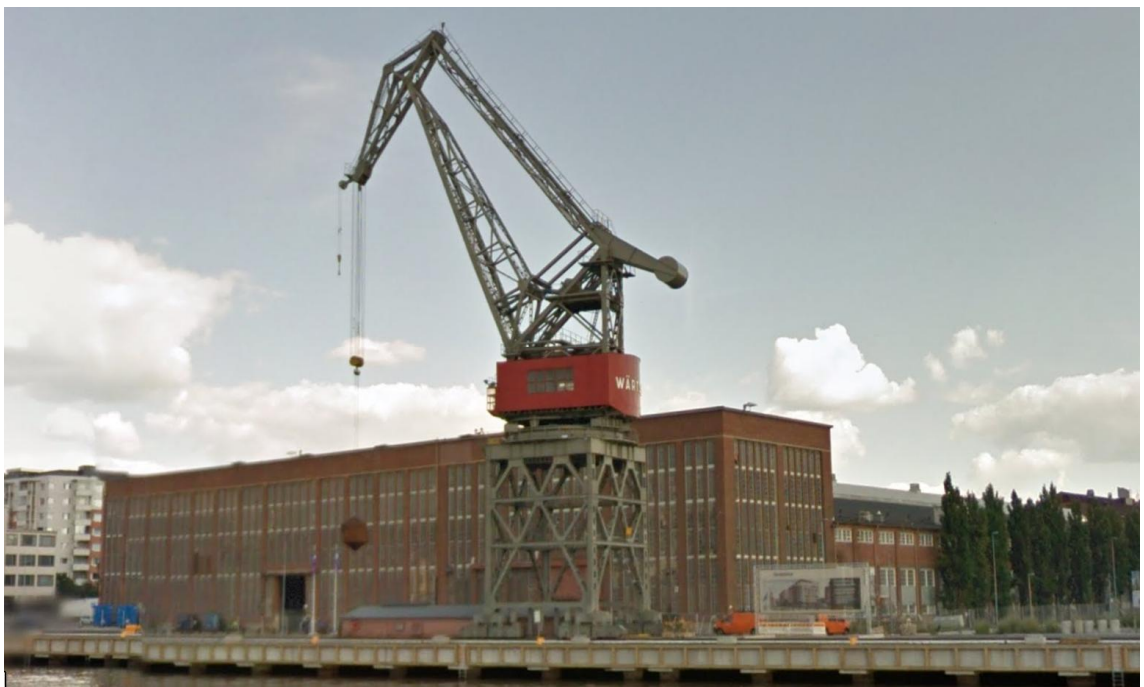
Kuva 1: Karttaote [72]



Kuva 2: Ote ilmakuvasta [72]



Kuva 3: Ote ilmakuvausta [72].



Kuva 4: Loft Tehdas joen toiselta rannalta kuvattuna [4].

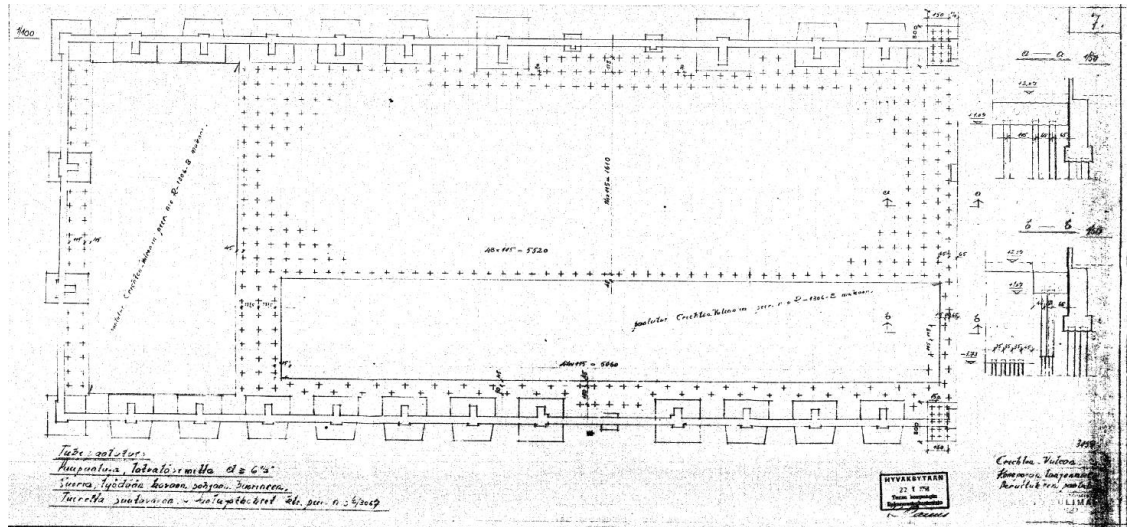
Rakennus on merkittävä osa Turun historiaa, ja sen vuoksi rakennus on suojeltu kaavalla. Turun rakennusvalvonta katsoi historiallisten arvojen myötä rakennuksen kuuluvan rakennesuunnittelun osalta uuteen poikkeuksellisen vaativaan luokkaan. Tehtaan sisään on tarkoitus rakentaa 3-6 kerrokseen uusia huoneistoja, yhteensä 173 kpl. Huoneistot ovat ns. loft-asuntoja tai -toimistoja, joista osa on kaksikerroksisia. Vanhoja rakenteita on tarkoitus hyödyntää sekä arkkitehtonisesti että rakenteellisesti mahdollisimman pitkälle

sekä sisällyttää ne osaksi uutta rakennusta. Huoneistoista tehdään korkealuokkaisia asuinhuoneistoja. Rakennukseen ensimmäiseen kerrokseen rakennetaan parkkihalli, toimistotiloja, porrashuoneet, varastoja sekä kolme väestönsuojaa (S1 ja S2-luokka). Rakennuksen muihin kerroksiin rakennetaan asuinhuoneistojen lisäksi mm. kaksi suurta lasikatolla varustettua sisäpihaa ja valoaukko sekä muutama liikehuoneisto. Kaikki nämä rakennetaan vanhan rakennuksen rungon sisään. Osaan asuinhuoneistoista rakennetaan rakennuksen ulkopuolelle ulottuvat uudet parvekkeet joko betonista tai teräksestä. Loft Tehtaalla on olemassa oma internet-sivusto (www.loft-tehdas.fi), josta on saatavissa lisätietoa kohteesta. Kuva 5 esittää kohteen historiaa 60-luvulta. Otteita arkkitehtikuvista on esitetty liitteissä A-M ja rakennekuvista liitteissä U-Å.



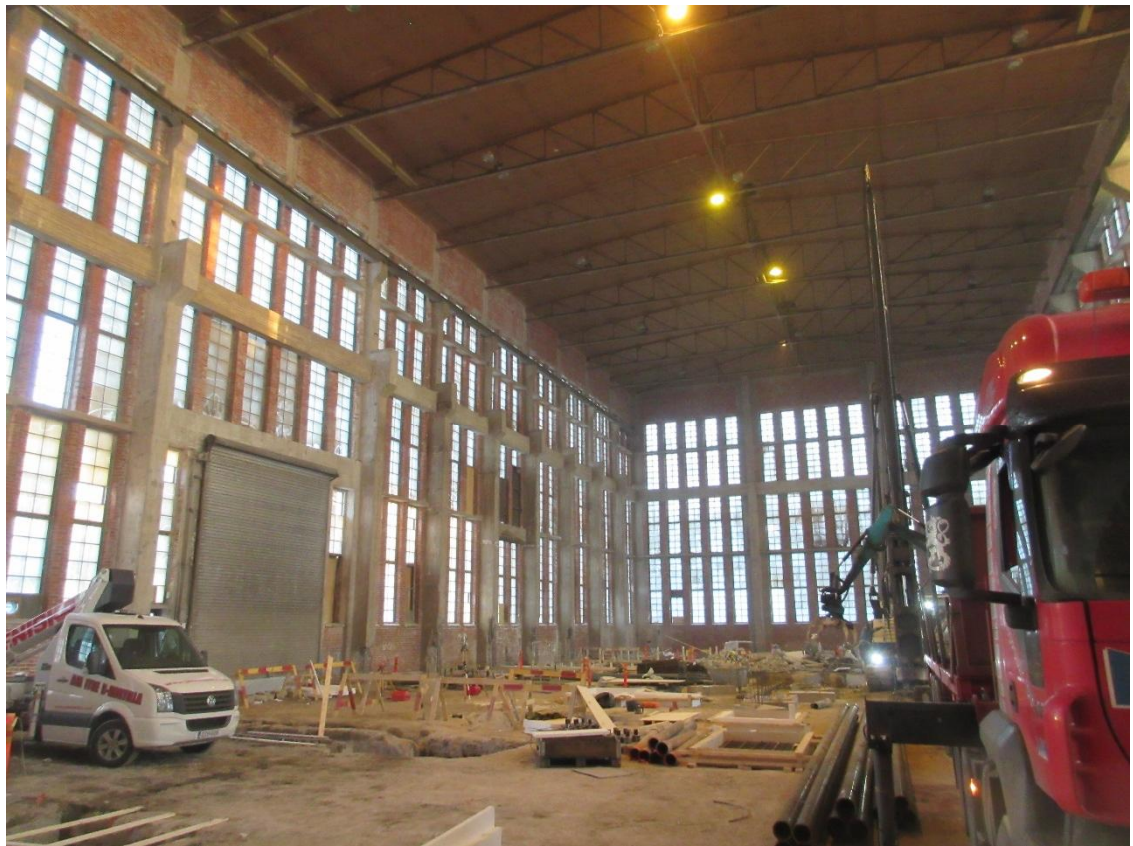
Kuva 5: Vanha kuva Wärtsilän L-tehtaasta [20].

Rakennukset on aikoinaan paalutettu puupaaluille kuva 6 mukaisesti ja niiden lattiarakenteita on muutettu useasti sen elinkaaren aikana. Lattiasta osa on perustettu kaivinpaaluilla ja lattialaatan paksuus vaihtelee 200 mm:stä aina 4000 mm:iin asti. Rakennuksen kantava runko on teräsbetonia, joka on vuorattu tiiliverhouksella. Rakennuksen julkisivuissa on kantavien teräsbetonipilareiden väleissä ikkunat ja niiden väleissä tiilipilarit. Tiilipilarit on tuettu tuulikuormaa vastaan teräsbetonisin välipalkein. Vesikatto on kannatettu teräsristikoin, joiden päällä on puiset sekundääripalkit, eristeet ja bitumikermikate. Kohteesta on olemassa vaihtelevasti lähtötietoja, mm. osasta rakennusta ei ole aiuttakaan rakennepiirustusta saatavilla. Vanhoja rakennekuvia on esitetty liitteissä N-R.



Kuva 6: Vanha lattiaan paalutuskuvaa osista Loft Tehdas I-III (portaatt A-C) [2].

Rakennustöiden aluksi purettiin kaikki vanha tekniikka rakennuksen sisältä ja jyrättiin lattiaan pintakerros pois sekä kaivettiin kolot uusille anturoille vanhan lattiaan sisään. Paalutukset tehtiin vanhan lattialaatan läpi poraamalla paaluille reikä laatan läpi ja lyöntipaaluttamalla uusilla teräspaaluilla pohjasuunnittelijan ohjeiden mukaisesti. Paalutusta ja perustusten rakentamista on esitetty kuvissa 7-9.



Kuva 7: Loft Tehdas I-II (portaatt A-B) perustus- ja paalutustöiden aikaan.



Kuva 8: Loft Tehdas II-III (portaatt B-C) paalutustöiden aikaan.

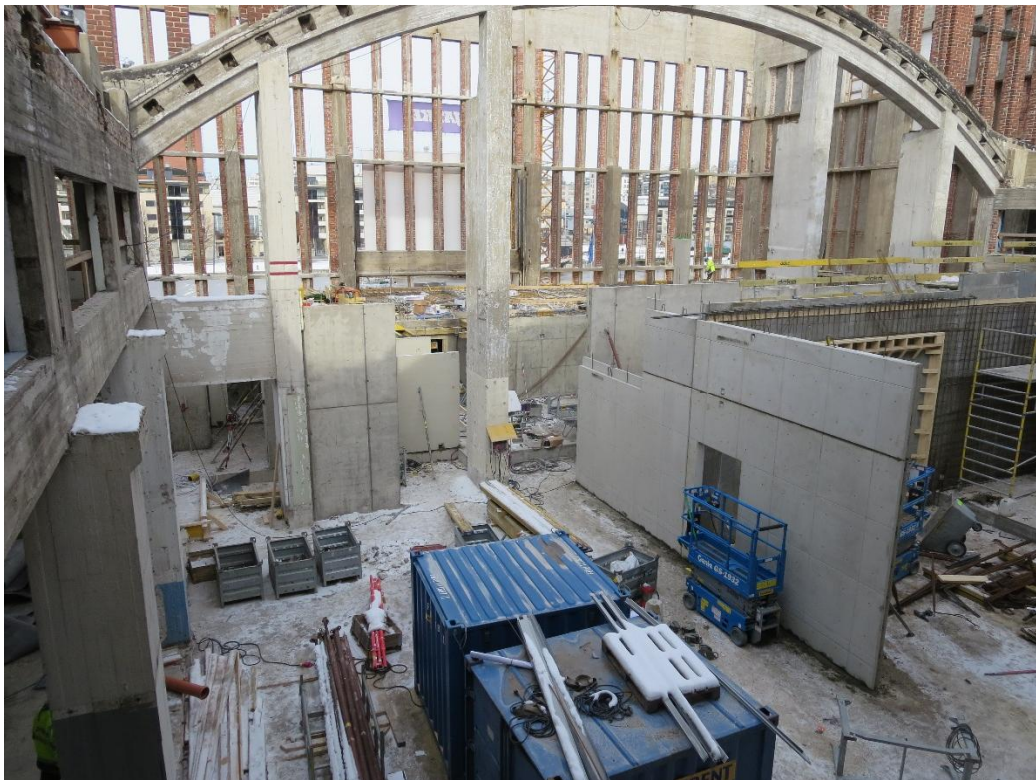


Kuva 9: Loft Tehdas I-III (portaatt A-C) perustustöiden aikaan.

Otteita uusista rakenteista on esitetty liitteissä 10-16 olevissa rakennesuunnitelmissa. Ku-
vissa 10 ja 11 on esitetty uutta runkoa rakennuksen sisällä.



Kuva 10: Loft Tehdas II-II (portaati B-C) uutta runkoa 5. krs kohdalta.



Kuva 11: Loft Tehdas IV (porras D) uutta runkoa 2. krs kohdalla.

3.3 Rakennesuunnittelun ratkaistavat ongelmat kohteessa

Tässä työssä käsittelen tarkemmin merkittävimmät ongelmat, joita kohteessa tuli ratkaistavaksi. Näiden lisäksi olen kerännyt oheiseen listaan luettelon kaikista kohteessa vastaan tulleista huomioon otettavista ongelmakohdista suunnittelun apuvälineeksi vastaaviin kohteisiin. Olen täydentänyt oheista luetteloa koko kohteen suunnittelun ajan, jotta siitä on saatu mahdollisimman kattava. Lista perustuu omiin havaintoihini case-kohteen rakennesuunnittelua tehtäessä. Listan jokaisesta kohdasta on seurannut laajempaa keskustelua eri osapuolten välillä.

Ratkaistavia ongelmia kohteessa olivat:

- lähtötiedot ja niiden prosessointi, tarkkuus ja luotettavuus
 - vanhat suunnitelmat tai niiden puuttuminen
 - rakennesuunnitelmat
 - arkkitehtisuunnitelmat
 - muut erikoissuunnitelmat
 - vanhojen suunnitelmien vertaaminen todelliseen tilanteeseen
 - vanhojen rakenteiden mittauksen tai keilaamisen vaikutus suunnitelmiin
- tilasuunnittelun haasteet
 - parkkihallin rakenteet ja ajojärjestelyt
 - muuntojoustavuus (lähinnä toimistot)
 - tehdasalueen ja asuinhuoneistojen rajakohdan suunnittelun haasteet
 - rakennustöiden vaihteistaminen
 - eri kerrosten poikkeavat pohjaratkaisut ja huonekorkeudet
- paloturvallisuus ja poistumistiet sekä väestönsuojat
- energiamääräysten toteutus
- ilmanvaihdon ja muun talotekniikan rakentaminen ja soveltuvuus kohteeseen
- asumisviihtyvyys ja ilmatiiveys
- tilojen ja rakenteiden kosteuden hallinta (vanhat ja uudet)
- asumisterveys (haitta-aineet, asbesti, VOC yms.)
 - haitta-aineiden poistaminen ja kapselointi, tiivistäminen tai tuuletus
 - uusien täyttömaiden radonin hallinta
 - haitta-aineiden seuranta huoneilmasta rakentamalla rakennusaikainen mitaushuone
- ääneneristys asuntojen välillä ja ulkopuolista melua vastaan
- vanhojen rakenteiden ja perustusten kestävyys sekä vahvistaminen tarvittaessa
 - perustusten vahvistamisen ja uudisrakennuksen kuormien yhdistäminen sekä niiden vaikutus perustamiseen
 - rakennuksen jäykistäminen
 - säilytettävien rakennusosien stabiliteetti
- uusien rakenteiden perustaminen (esim. vanhan rakenteen läpi)

- rakennuksen purkutyöt, purkus suunnitelma, purkutöiden haasteet ja vaatimukset sekä niiden aiheuttama tarve rakenteiden tuentaan ja vahvistamiseen
- tietomallinnuksen tai sen puuttumisen aiheuttamat hyödyt ja haitat
- suojeltujen rakennusosien aiheuttamat haasteet suunnitteluun ja toteutukseen
 - o vesikattojen säilyttäminen ja uusiminen
 - o uusien rakenteiden liittäminen yhteen vanhojen rakenteiden kanssa
 - o tarvittavat muutokset säilytettäviin rakenteisiin
- rakennusosien elementointi ja elementtien asennus
 - o elementtien liitokset vanhoihin säilytettäviin rakenteisiin
 - o elementtien yhteensovitus vanhan rungon kanssa
 - o vaadittavat toimenpiteet asennuksen mahdollistamiseksi
- työmaamuutokset ja poikkeavuudet lähtötietoihin
- rakennustöiden turvallisuus
- töiden aikatauluttaminen ja vaiheistus sekä suunnitelmien muuttuminen rakentamisen aikana
- yhteistyön merkitys
 - o suunnittelijoiden välinen yhteistyö
 - rakennesuunnitteluun osallistuvien kesken
 - muiden suunnittelijoiden kanssa
 - o työmaan ja suunnittelijoiden välinen yhteistyö
 - o kokoukset ja palaverit
 - o suunnittelun ja työmaan aikataulutuksen merkitys
- työmaakierrosten merkitys rakennesuunnitteluun
- laadunvarmistus
- tehtyjen ratkaisujen ja suunnitelmien dokumentointi (projektipankki, loppukuvat ja huoltokirja)

4. TULOKSET JA HAVAINNOT

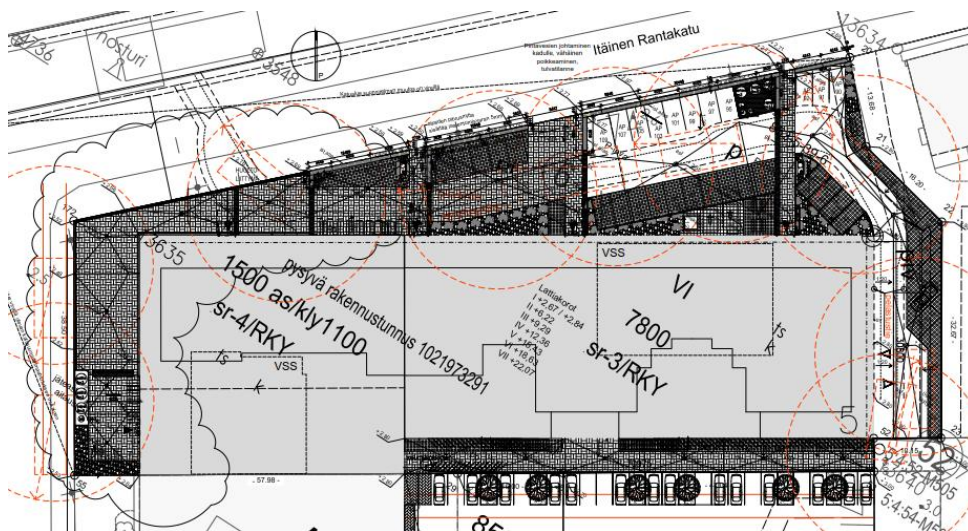
Tutkiessani rakennesuunnittelun erityispiirteitä suojellun rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksessa käsittelen asioita erilaisten vastaan tulleiden ongelmien kautta. Ratkaistavista ongelmista valitsin työssäni käsiteltäväksi muutaman keskeisimmän asian. Näiden avulla tein vielä muistilistan rakennesuunnittelijan avuksi.

4.1 Kohteen rakennesuunnittelussa kohdattujen ongelmien ratkaisuja

Ratkaistavista ongelmista valitsin työssäni käsiteltäväksi muutaman keskeisimmän asian. Tällaisia asioita ovat: lähtötiedot ja niiden prosessointi sekä tarkkuus ja luotettavuus, tilojen ja rakenteiden kosteuden hallinta, haitta-aineet vanhoissa rakenteissa, uusien rakenteiden perustaminen vanhan rakenteen lävitse, tietomallinnuksen tai sen puuttumisen aiheuttamat hyödyt ja haitat, suojeltujen rakennusosien aiheuttamat haasteet suunnitteluun ja toteutukseen sekä yhteistyön merkitys.

4.1.1 Lähtötiedot ja niiden prosessointi, tarkkuus ja luotettavuus

Kaavoitus asettaa erilaisia reuna-ehtoja rakentamiselle, kuten rakennussuojelun laajuuden, ja ohjaa siten rakennuksen suunnittelua. Case-kohde on suojeltu asemakaavassa sr-merkinnöin. Kaavamerkinnät on esitetty kuvissa 12 ja 13. Merkintöjä on tarkennettu sr-3 ja sr-4 lisämerkinnöin ja tarkennettu sanallisesti. Mikäli asemakaavan määräyksistä poiketaan, on haettava erikseen poikkeuslupaa. Case-kohteessa haettiin poikkeuslupaa asemakaavan määräyksistä kuvan 14 mukaisesti.



Kuva 12: Ote asemapiirroksista [8].

sr-3/RKY

Valtakunnallisesti merkittävään rakennettuun kulttuuriympäristön kuuluva kulttuurihistoriallisesti ja kaupunkikuvallisesti arvokas rakennus. Rakennusta ei saa purkaa. Rakennuksen julkisivuja, ikkunajakoa tai vesikaton perusmuotoa ei saa tervellä. Rakennukseen saadaan tehdä uusia välipohjia ja tiloja enintään kaavassa osoitetun rakennusoikeuden verran. Uudisrakentaminen toteutetaan kokonaan suojeltavan rakennuksen rakenteista irrallisena ja alkuperäiset rakenteet säilyttäen. Autopaikkoja saa rakentaa vain rakennuksen ensimmäiseen maan tason kerrokseen. Uusi kulkuaukko autopaikoille tulee rakentaa rakennuksen kulttuurihistoriallisen arvon mukaisesti rakennuksen päätyyn. Rakennusluvasta on kuultava museoviranomaista.

sr-4/RKY

Valtakunnallisesti merkittävään rakennettuun kulttuuriympäristön kuuluva kulttuurihistoriallisesti ja kaupunkikuvallisesti arvokas rakennus. Rakennusta ei saa purkaa eikä sen julkisivujen tai vesikaton kulttuurihistoriallista arvoa saa tervellä. Rakennuksen muuhun kuin joen puoleiseen julkisivuun saadaan tehdä teollisuushistorialliseen tyyliin ja mittakaavaan sovitteen vähäisessä määrin portaita, parvekkeita tai katoksia. Uudisrakentaminen on sallittu rakennusosalalla, jolle on merkitty rakennusoikeus lukuna. Uudisrakentaminen tulee toteuttaa kokonaan suojeltavan rakennuksen sisällä rakenteista irrallisena ja alkuperäiset rakenteet säilyttäen. Rakentaminen kerroksiin tulee toteuttaa niin, että vähintään neljäsosa rakennusosan pohjapinta-alasta jää yhtenäiseksi, avoimeksi valoaaukoksi. Rakennukseen saadaan tehdä kulkuaukko julkista kävely-yhteyttä varten sille kaavassa osoitetulle alueelle. Aukko tulee sovitaa rakennuksen ikkunalinjaan rakennusosan kantavat rakenteet ja vesikatto säilyttäen. Niille tulee kuitenkin sallia palosuojaus. Vesikatto voidaan korvata kokonaan tai osittain lasikatteella. Kulkuaukon julkisen luonteen osoittamiseksi sille saadaan rakentaa katos tai porttirakennelma teollisuushistorialliseen tyyliin ja mittakaavaan sovitteen. Rakennuksen alle saadaan kellarin tasolle rakentaa auton säilytystiloja tontin raja ylittäen. Uuden kulkuaukon tulee rakentaa rakennuksen kulttuurihistoriallisen arvon mukaisesti rakennuksen eteläiseen päätyyn. Rakennusluvasta on kuultava museoviranomaista.

Kuva 13: Suojelumerkinnät asemakaavassa [73].

KAAVAMÄÄRÄYSTEN TOTEUTUMINEN

1. rakennusvaiheen poikkeukset myönnetyn poikkeusluvan mukaan. Kaikki määräykset toteutuvat 2. rakennusvaiheen alueella lukuunottamatta poikkeuslupahakemuksessa 18.5.2015 esitettyjä poikkeuksia:

1. Kaavamääräys: Rakennusoikeus osa-alueella sr-3/RKY 7800 km² ja osa-alueella sr-4/RKY 1500as/kly1100, koko tontilla yhteensä 10400 kerrosalaneliometriä.

Poikkeus: Rakennetaan rakennusoikeuteen laskettavaa tilaa koko tontilla yhteensä 13166 k-m² tai 12836 k-m² porrashuoneiden laskentatavasta riippuen. Rakennusoikeuden ylitys on 2766 tai 2436 k-m².

2. Kaavamääräys sr-4/RKY osa-alue, 1500as/kly1100: Lukusarja osoittaa, minkä verran rakennusosan kokonaiskerrosalasta (2600) saadaan rakentaa asuinkäyttöön ja minkä verran liike-, toimisto- tai työpaikkatiloiksi. Rakennusosan ensimmäiseen tai toiseen kerrokseen ei saa rakentaa asuntoja.

Poikkeus: Rakennusoikeuteen laskettava kerrosala jakautuu suhteessa 3888as/kly1116 ja toiseen kerrokseen rakennetaan myös asuntoja.

3. Kaavamääräys sr-4/RKY: Rakentaminen kerroksiin tulee toteuttaa niin, että vähintään neljäsosa rakennusosan pohjapinta-alasta jää yhtenäiseksi, avoimeksi valoaaukoksi.

Poikkeus: Yhtenäisen avoimen, osittain valokattoisen tilan pinta-ala on eri kerroksissa hieman eri kokoinen. 2. kerroksen tasolla yhtenäisen tilan pinta-ala on noin 9,5% alkuperäisen tilan pinta-alasta.

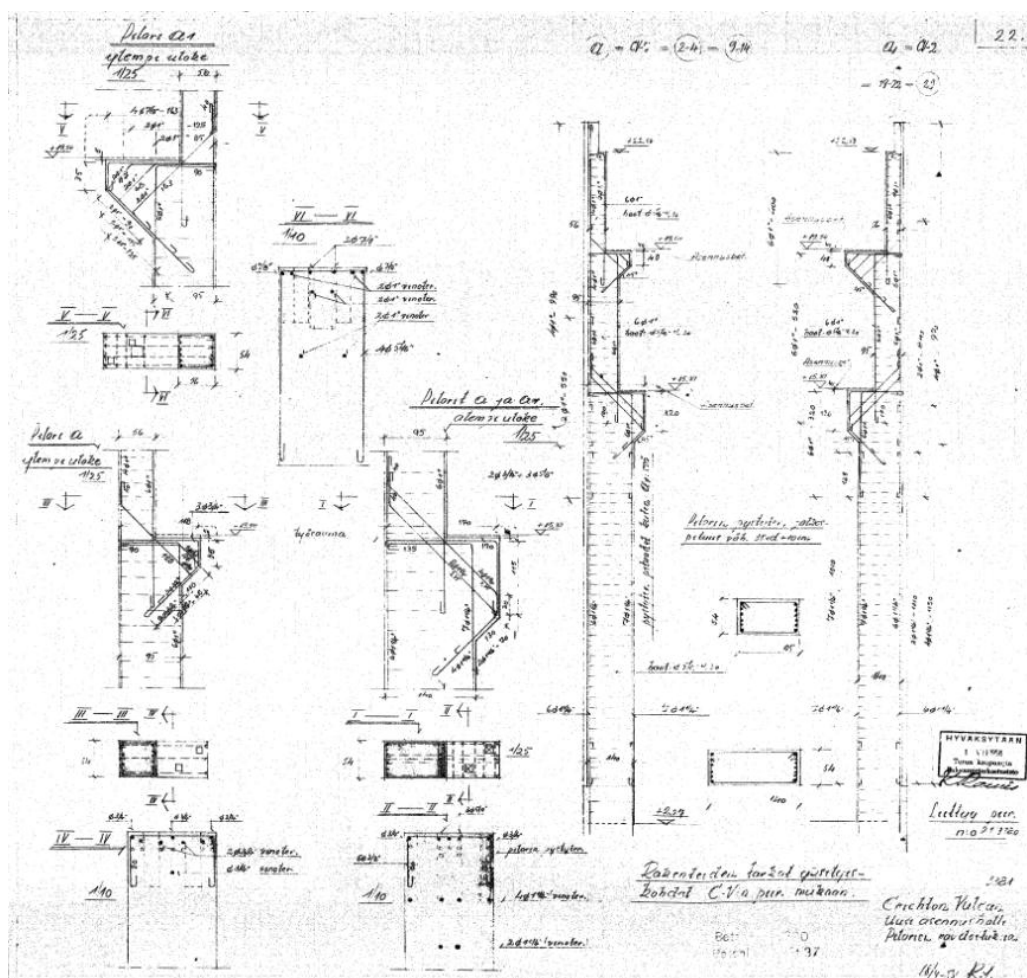
1. Poikkeus: Kaavan autopaikkavaatimusta ei täytetä

Kuva 14: Poikkeukset asemakaavan määräyksistä [7].

Korjattaessa olevaa rakennusta rajaavat suunnittelua luonnollisesti kaikki vanhat rakenteet. Käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä kosketaan yleensä olemassa olevien rakennusten rakenteisiin perinteistä korjausrakentamista laajemmin. Jotta tiedetään mitä vanhoille rakenteille voidaan tehdä, niin rakenteista tulee kerätä tarpeelliset tiedot niiden sijainnista, dimensioista sekä rakennusteknisestä toimivuudesta.

Ensimmäinen asia on selvittää, onko kohteesta saatavissa alkuperäisiä tai muutossuunnitelmia eri suunnittelualoilta, kuten arkkitehti-, rakenne, GEO, LVI, sähkö jne. Kaikki

kohdetta koskevat vanhat piirustukset, laskelmat ja käyttäjiltä saatavat muut tiedot ovat korjaussuunnittelijalle äärimmäisen arvokkaita. Esimerkki vanhasta rakennepiirustuksesta on esitetty kuvassa 15. Näitä tukemaan tai näiden puuttuessa on hyvä tehdä myös muita lisäselvityksiä. Tällaisia lisäselvityksiä ovat mm. erilaiset mittaukset, kuten laserkeilaus, takymetrimittaus tai käsin mittaus. Mitatuista tiedoista kootaan joko 2D- (engl. two dimensional) tai 3D-malli suunnittelijoiden käyttöön. Laserkeilaus on menetelmistä tarkin ja suositeltavin, sillä siitä saadaan vielä aikaiseksi pistepilvimalli, joka on kuin älykäs valokuva, josta voidaan ottaa tietokoneella minkä tahansa pisteiden väliset etäisyydet tai muokata siitä tietomalli.



Kuva 15: Vanhan betonipilarin rakennepiirustus [48].

Case-kohteessa oli vanhoja suunnitelmia saatavilla vaihtelevasti; kahdesta vanhimmasta osasta oli käytössä vain arkkitehdin pääpiirustukset, kun taas uusimmasta osasta löytyi kaupunginarkistosta hyvin kaikki tarpeelliset suunnitelmat. Ennen varsinaisen suunnittelun aloittamista tehtiin kohteessa myös vanhojen rakenteiden mittaukset. Vanhat rakenteet mitattiin pääosin laserkeilauksella, josta tehtiin autocadiin 2D-pohjat arkkitehdin

avuksi. Joissain erikoiskohdissa oli tarpeen tarkentaa mittauksia vielä mittaamalla rakenteet käsimitalla tai laseretäisyysmittarilla. Kohteessa tehtiin mittausten lisäksi useita työmaakierroksia ja katselmuksia sekä otettiin runsaasti valokuvia suunnittelun avuksi.

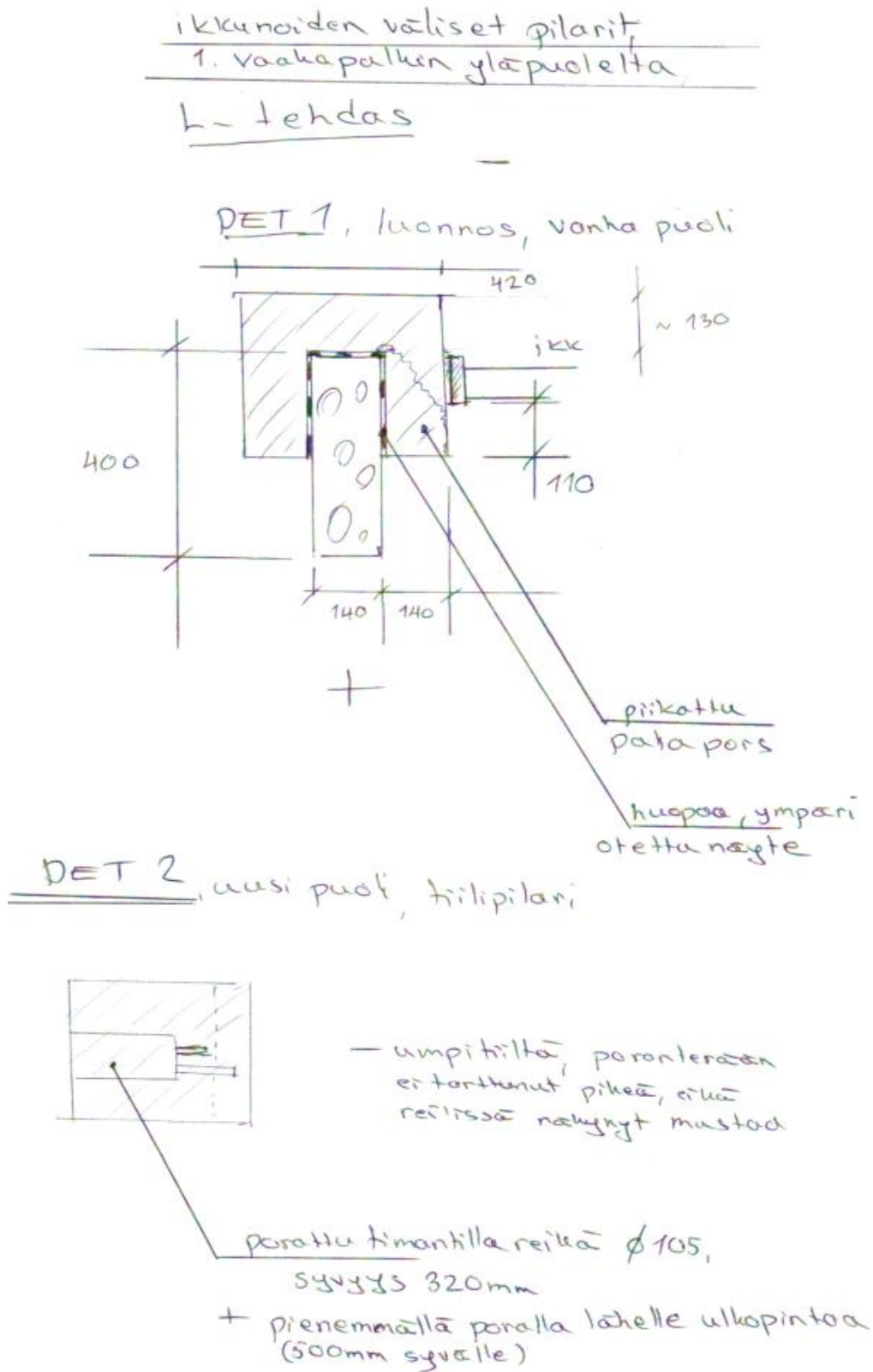
Mikäli kohteesta olisi tehty 3D-tietomalli, niin olisi välttytty usealta yllätykseltä rakennusaikana. Tietomalli olisi mahdollistanut uusien rakenteiden törmäystarkastelun vanhoihin rakenteisiin nähdessä sekä kuvien päivitysten ja reikäkuvien ristiriidat, kuten kuvan 16 kohdassa. Pelkkä kolmiulotteinen runkomalli olisi ollut mielestäni riittävä kyseisten ongelmien havaitsemiseksi ja poistamiseksi.



Kuva 16: Uusi pilari törmää vanhaan teräsbetoniseen konsoliin ulkoseinällä.

Case-kohteessa tehtiin myös rakenneavauksia rakenteiden ja rakennustavan toteutukseksi. Rakenneavauksilla pyrittiin selvittämään, miten kohde on oikeasti rakennettu. Kohteen vanhoissa suunnitelmissa ei ollut esitetty rakennetyyppejä, ja nekin rakenteet jotka niissä oli esitetty, poikkesivat suunnitelmista. Rakenneavausten yhteydessä saatiin otettua myös rakenteesta näytteet laboratoriotutkimuksia varten. Rakenneavauksia tehtiin avaamalla, piikkaamalla tai poraamalla rakenteita. Avauskohdista mitattiin samalla myös rakennepaksuudet ja ne dokumentoitiin (ks. kuva 17). Ilman rakenneavauksia olisi mm. uusien rakennetyyppien tekeminen ollut täysin mahdotonta, sillä niistä olisi pitänyt arvata lähes kaikki rakenteet. Vanhojen rakenteiden osalta tehtiin lämmönläpäisevyys-, kosteus- ja pintalämpötilatarkastelut, joiden tekemiseen vanhojen rakenteiden todentamista tarvittiin. Nämä tarkastelut puolestaan määrittivät rakenteen lisälämmöneristyksen tarpeen ja käytettävät rakennus- ja pinnoitusmateriaalit. Rakenneavauksia tehtiin lattiaista, seinistä,

katoista ja välipohjista (kuva 18). Vanhojen perustusten kunto ja toteutustapa varmistettiin kaivamalla perustusten viereen koekuoppia (kuva 19), joista pystyi varmistamaan rakennustavan ja vanhojen puupaalujen tilanteen.



Kuva 17: Esimerkki rakenneavausten dokumentoinnista.



Kuva 18: Porauksella saatiin selville lattian paksuus ja lattian alapuoliset rakenteet.



Kuva 19: Koekuoppa perustuksista.

4.1.2 Rakennesuunnittelun eteneminen

Rakennesuunnittelun eteneminen ja vaiheet tulee miettiä aina kohdekohtaisesti. Casekohteen rakennesuunnittelu eteni kuitenkin pääpiirteittäin seuraavasti:

- lähtötietojen selvittäminen
 - kaavoitus
 - vanhat rakenteet, suunnitelmat ja rakenneavaukset
 - keskustelut hankkeen eri osapuolten, viranomaisten ja käyttäjien kanssa
 - mittaukset ja näytteiden otto
 - laboratoriotutkimukset
 - raportit
- luonnoskuvat arkkitehdin luonnosten perusteella
 - kuormalaskelmat ja rakenteiden alustava mitoitus
 - rakennetyypit sekä rakennusfysikaalisten selvitysten tekeminen
 - rakenneratkaisujen pääperiaatteet lyödään lukkoon
- yrityksen sisäinen projektin aloituspalaveri työntekijöiden kesken (laatujärjestelmä)
- toteutuskuvat ja elementointi
 - uusien rakenteiden kuormien siirtäminen perustuksille kuormittamatta liikaa vanhoja rakenteita
 - vanha laatta jätettiin vanhojen puu- ja kaivinpaalujen varaan, kuormana vain alin kerros
 - vanhat ulkoseinät ja pilarit perustettiin uusien paalujen varaan (perustusvahvistus)
 - uusien anturoiden ja perustuspalkkien jysyntä laattaan sekä eriste ympärille liikuntasaumaksi
 - perustusten vahvistaminen
 - elementtirakenteiden selvittäminen, missä järkevää ja missä ei?
 - vanhojen rakenteiden huomioon ottaminen
 - liitokset vanhoihin rakenteisiin
 - asennusvaikeudet johtuen vanhoista rakenteista
 - nostokaluston asettamat rajoitukset elementeille
 - korkeiden tilojen rajoitteet
- rakennussuojelun huomioon ottaminen suunnittelussa
 - Julkisivun tiilten ja saumojen huolto sekä vaihtotoimenpiteet
 - Julkisivun betonisten osien korjaus
 - Räystäiden uusiminen vanhaa mukaillen sekä vanhan kattomuodon huomioiminen
- erikoissuunnitelmien (palo, LVI, sähkö, valaistus, automaatio ja sprikler) läpikäyminen ja niiden toteutuksen arvioiminen
- rakennesuunnitelmien sovittaminen yhteen erikoissuunnitelmien kanssa
 - ristiintarkastelut rakenne- ja muiden osapuolten suunnitelmien välillä
 - reikäpiirustukset
- detaljipiirustusten tekeminen
- työmaan toteutussuunnitelmien hyväksyminen ja mahdolliset muutokset suunnitelmiin työmaatekniikan takia

- suunnitelmien sisäinen tarkastus toisen suunnittelijan toimesta (laatujärjestelmä)
- palokatkosuunnitelmien tekeminen
- suunnitelmien hyväksyttäminen rakennusvalvonnassa
- suunnitelmien päivittäminen toteutusta vastaavaksi
- suunnitelmien dokumentointi
 - loppukuvat projektipankkiin
 - luovutusaineiston kerääminen
 - huoltokansion/-ohjeen päivitys rakennesuunnittelun osalta
 - suunnitelmien lopullinen hyväksyttäminen rakennusvalvonnassa ennen vastaanottotarkastusta ja tallentaminen rakennusvalvonnan sähköiseen arkistoitijärjestelmään
- taloudellinen loppuselvitys tilaajan kanssa
- tilaajan ja urakoitsijan palautteet rakennesuunnittelun työsuorituksesta (laatujärjestelmä)
- yrityksen sisäinen taloudellinen loppuselvitys ja loppupalaveri projektiin osallistuneiden työntekijöiden kesken (laatujärjestelmä)
 - palautteet
 - toteutumisen purkaminen yhdessä

4.1.3 Purkutytöt

Korjaustyöhön liittyy aina olennaisesti erilaisia rakenteiden purkutöitä. Case-kohteessa purettiin mm. kaikki vanha tekniikka (kuva 20), sokkelikerroksen verhomuuraus (kuva 21), vesikatot pääosin ja osittain lattialaattaa. Näiden lisäksi purettiin palkkeja, pilareita ja ulkoseinää uusien rakenteiden tai aukkojen tieltä.



Kuva 20: Rakennuksen vanhaa tekniikkaa seinillä, jotka purettiin kaikki pois.



Kuva 21: D-portaan lattiaa on purettu perustusten vahvistuksen tarvitsemin osin, myös sokkelin sisäpuolinen verhomuuraus on purettu siinä esiintyvien haitta-ainepitoisuuksien vuoksi.

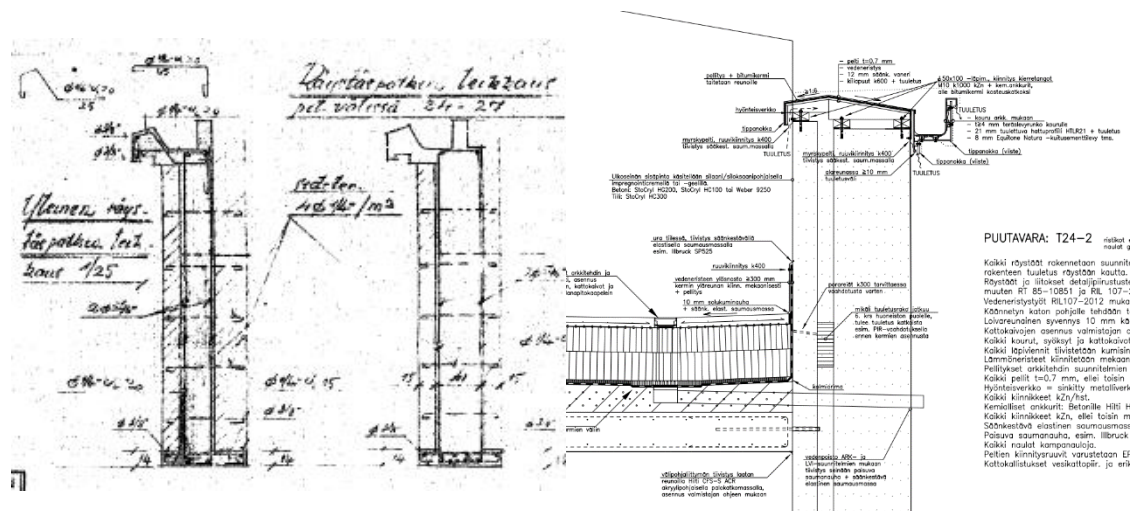
Tehtäessä purkutöitä tulee jäljelle jäävien rakennusosien kantavuus ja stabiliteetti varmistaa joko laskelmin tai tuennoin. Purkutöistä tehdään aina erillinen purkutyösuunnitelma, jossa kuvataan purkutyömenetelmät ja purkujärjestykset. Purkulaajuudet puolestaan esitetään arkkitehtisuunnitelmissa ja rakennesuunnitelmissa.

Case-kohteen varsinaisen purkutyösuunnitelman teki purku-urakoitsija, joka toimitti sen päärakennesuunnittelijan ja pääurakoitsijan tarkastettavaksi ja täydennettäväksi. Silloin kun puretaan säilytettäväksi määrättyyn rakennusosaan liittyviä rakenteita, tulee kiinnittää erityistä huomiota liitoskohdan purkamiseen, jotta säilytettävää rakennetta rikotaan mahdollisimman vähän. Case-kohteessa mm. kattoristikot katkaistiin polttoleikkaamalla ne pienen matkan päästä seinästä. Näin varsinainen purkutyö saatiin suoritettua nopeasti ja itse varsinainen liitoskohta voitiin purkaa myöhemmin kiirehtimättä huomioiden purkutyön vaikutus lopputilanteeseen. Kuvassa 22 on esitetty kattoristikon liitoskohta purkutöiden jälkeen.



Kuva 22: Kattoristikoiden liitos seinärakenteeseen jätettiin varsinaisen purkutyön yhteydessä jäljelle.

Kohteessa myös purettiin vanhat räystäsrakenteet ja rakennettiin uudet räystäät kuvan 23 mukaisesti vanhaa muotoa mukaillen.



Kuva 23: Räystäs ennen purkua ja uudellen rakennettuna.

Korjaustöiden yhteydessä purettiin tai lovettiin myös muutamia kantavia pilareita ja palkkeja. Kuvassa 24 on esitettyinä lovettu palkki huoneiston ikkunalinjan kohdalta.



Kuva 24: Palkin alareunaa on lovettu uuden ikkuna-aukon tieltä.

Yksi case-kohteen ja yleensäkin muutosrakentamiseen liittyvä haasteellinen ongelma on erilaisten haitta-aineiden esiintyminen vanhoissa rakenteissa ja maaperässä. Kun vanhoja tehdasrakennuksia korjataan tai muutetaan asuin- tai toimistokäyttöön, tulee rakennuksen vanhoille rakenteille ja maaperälle tehdä aina haitta-ainekartoitus. Haitta-ainekartoitus tehdään säilytettävien rakenteiden lisäksi myös purettaviksi tarkoitetuille rakenteille. Purettaviksi tarkoitetuista rakenteista selvitetään onko siitä terveydellistä haittaa purkutyöntekijälle tai onko sillä ympäristövaikutuksia eli tarkastetaan purkujätteiden kaatopaikkakelpoisuus. Säilytettävistä rakenteista tulee selvittää sen mahdolliset terveysvaikutukset rakennustyöntekijöille eri työvaiheissa sekä vaikutukset tuleville käyttäjille. Koska kyseessä on ihmisten ja ympäristön terveys ja hyvinvointi, tulee nämä tutkimukset suorittaa riittävän laajana ja huolellisesti. Tutkimusten tekeminen on hintavaa, mutta tuo summa on yleensä vain murto-osa rakennushankkeen kustannuksista ja verrattuna mahdollisiin terveyshaittoihin ovat kustannukset kuitenkin pieniä.

Case-kohteen tapauksessa rakenteiden haitta-aineet tutki siihen erikoistunut yritys Golder Associates. Golder Associatesin tekemän tutkimuksen perusteella haitta-aineita löytyi osasta vanhoja rakenteita. Tämä oli odotettavaa, sillä kohde on toiminut aiemmin diesel- ja höyrymoottoreiden testausalueena, dieselhallina, pesupaikkana ja metallin työstöalueena (sorvaus). Kyseisissä prosesseissa on käytetty Golder Associatesin mukaan seuraavia kemikaaleja: testausalueella ja dieselhallissa voitelu- ja lämmitysöljyjä, voiteluöljyä

metallisorvien alueella sekä pesupaikalla trikloorieteeniä. Tutkimuksia suoritettiin kohteesta useampaan otteeseen. Maaperästä otettiin omat näytteet ja tutkittiin saastuneen ja vaihdettavan maa-aineksen määrät. Vesikatoista ja seinistä otettiin rakenneavausten yhteydessä näytteet asbesti-, (engl. PolyChlorinated Biphenyl) määrittämiseksi. Lattioista ja seinistä tehtiin myös oma tutkimuksensa, jossa selvitettiin varsinkin erilaisten öljyjen pitoisuudet materiaaleissa. [65, s.1]

Tutkittavat näytteet otettiin lattiasta sekä seinäpinnoista 1. ja 2. krs korkeuksilta. Näytteistä tutkittiin PAH-yhdisteet, mineraaliöljyt eroteltuna diesel- ja kevyt polttoöljyä vastaaviin hiilivetyjakeisiin C10-C21 ja voiteluöljyä vastaaviin jakeisiin C22-C40 ja erittäin haihtuvat liuottimet. Osanäytteistä koostettiin kokoomanäytteitä kuvan 11 mukaisesti. Kaatopaikkakelpoisuuden määrittämiseksi selvitettiin metallien kokonaispitoisuus (As (Arseeni), Ba (Barium), Cd (Kadmium), Cr (Kromi), Cu (Kupari), Hg (Elohopea), Mo (Molybdeeni), Ni (Nikkeli), Pb (Lyijy), Sb (Antimoni), V (Vanadiini), Zn (Sinkki), Se (Seleenii)), metallien liukoisuus (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, V, Zn, Se), kloridi, sulfaatti, fluoridi, DOC (engl. Dissolved organic carbon) ja TOC (engl. Total organic carbon), pH (engl. power of hydrogen) sekä sähkönjohtavuus. [65, s.6] Tutkimusnäytteitä otettiin liitteiden S ja T mukaisista paikoista.

Golder Associatesin tekemän tutkimuksen tuloksista voitiin todeta, että kohteen teollisesta historiasta johtuen rakenteissa – lähinnä lattiarakenteissa – on korkeita öljyhiilivetytypitoisuuksia. Vuonna 2013 tehdyssä tutkimuksessa todettiin lattiarakenteissa korkeita öljyhiilivetytypitoisuuksia. Korkein pitoisuus todettiin näytteessä B10300 pinta (0.0-10.0 cm), jossa öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuus C10-C40 oli 22 500 mg/kg. Myös kolmessa muussa kokoomanäytteessä öljyhiilivetytypitoisuus C10-C40 ylitti 10 000 mg/kg ja lisäksi kolmessa betoninäytteessä todettiin C10-C40 yli 2 500 mg/kg öljyhiilivetytypitoisuuksia. Tutkimuksen aikana suurin osa todetuista öljyhiilivedyistä koostui raskaammista, voiteluöljyä vastaavista öljyhiilivetyjakeista C22-C40. Korkeimmat öljyhiilivetytypitoisuudet todettiin pintalaatassa 0-5 cm syvyydellä, mutta lähes jokaisen näytepisteen alueella todettiin myös korkeita öljyhiilivetytypitoisuuksia 5 - 30 cm syvyydellä. Seinärakenteissa todettiin korkeita öljyhiilivetytypitoisuuksia näytteessä S9, joka sijoittuu tulevan liiketilan alueelle. Lisäksi kahdessa seinänäytteessä (S2 ja S15) todettiin noin 400 mg/kg öljyhiilivetytypitoisuudet. Muiden seinänäytteiden pitoisuudet olivat alle 100 mg/kg. Seinänäytteiden perusteella öljyhiilivetytypitoisuudet rajoittuvat autohallitilan korkeudelle. Ensimmäisen asuinkerroksen seinärakenteista ei todettu korkeita öljyhiilivetytypitoisuuksia lukuun ottamatta lämmönvaihtimen betonirakenteiden öljyhiilivetytypitoisuutta. [65, s.10]

Golder Associatesin tutkimuksissa todetut öljyhiilivetytypitoisuudet koostuivat pääosin raskaammista voiteluöljyä tai raskasta polttoöljyä vastaavista öljyhiilivedyistä (C22-C40). Haihtuvia hiilivetyjä (liuottimia) ei seinä- ja lattiassa todettu merkittävinä pitoisuuksina. Todetut pitoisuudet olivat lähellä analyysimenetelmän tunnistusrajaa. PAH-yhdisteistä todettiin hyvin pieniä pitoisuuksia. Todetusta pikieristeestä määritettiin öljyhiilivetytypitoisuudet.

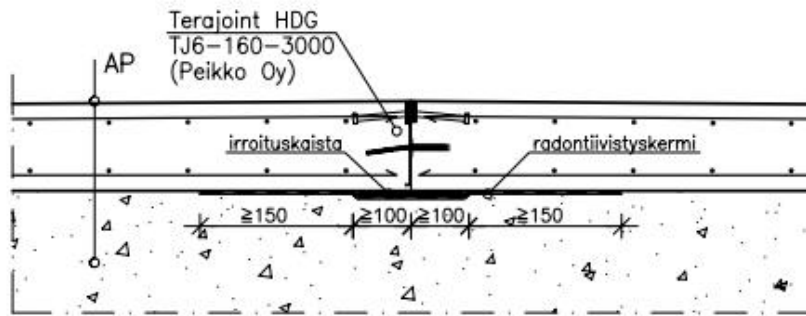
livetyjen ja PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus, jonka perusteella eriste on todennäköisesti bitumia korkean öljypitoisuuden ja pienen PAH-yhdisteiden pitoisuuden perusteella. Puupölkky lattiasa todettiin korkea öljyhiilivety pitoisuus C10-C40 65 900 mg/kg. [65, s.10]

Golder Associatesin raportin mukaan rakennuksen betonirakenteille ei ole käytössä kunnostustoimenpiteiden tarpeen määrittäviä haitta-ainepitoisuuteen perustuvia luokitteluja (esim. suurimpia sallittuja pitoisuuksia). Toimenpiteiden tarpeen määrittelyssä tulee lähteä siitä, etteivät betonirakenteissa todetut haitta-aineet saa aiheuttaa sisäilman laadun heikkenemistä ja sen seurauksena esim. terveyshaittaa kiinteistöllä työskenteleville tai asioiville. L-tehtaaseen on suunnitteilla alimpaan kerrokseen pääosin paikoitustilaa ja sen yläpuolisiin kerroksiin loft-tyyppisiä asuntoja. [65, s.11]

Golder Associatesin raportin mukaan ”Öljyhiilivetyjen mahdolliseen haihtumiseen ja määrään sisäilmassa vaikuttavat öljyhiilivetyjen laadun lisäksi mm. lämpötila ja ilmanvaihto. Saneerauksen yhteydessä uusitaan rakennuksen ilmanvaihto. Tulevassa rakennuksen sisäilman lämpötila tulee muuttumaan nykyisestä. Sallittu sisäilman haitta-ainepitoisuus on riippuvainen myös kulloisenkin tilan käyttötarkoituksesta.” [65, s.11]

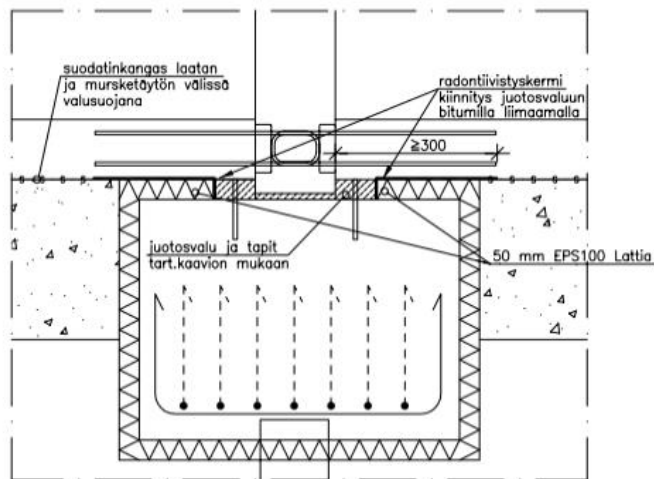
Golder Associatesin raportissa todettiin myös, että lattiarakenteissa todettujen haitta-aineiden mahdollisesti aiheuttaman riskin ja/tai hajuhaitan poistamiseksi esitetään öljyyntyneet betonit purettavaksi tai eristettäväksi paikoitustilasta sellaisella lattiarakenteella, ettei suora kosketus öljyyntyneeseen lattiarakenteeseen ole mahdollista ja ettei öljyyntyneestä betonista pääse haihtumaan hiilivetyjä huonetilaan. Eristerakenteina on käytetty vastaavissa kohteissa esim. valettuja tiiviitä pintalaattoja, sulkuaineita tai tuuletettuja lattiarakenteita. [65, s. 11] Lattiarakenteiden osalta mietittiin ensiksi lattian pinnan ja raja-kohtien tiivistämistä polyurealla pinnoittamalla. Asiaa kuitenkin mietittiin uudelleen ja päätettiin, että tiivistämistä tai kapselointia varmempi ratkaisu olisi pohjan tuulettaminen ja laatan tiivistäminen ilmapuotoja vastaan. Vanhan laatan pinnan ja uuden pintalaatan väliin todettiin voitavan asentaa minimissään 200 mm salaojasoraa. Tämä ratkaisu mahdollisti radonputkiston asentamisen pintalaatan alapuolelle. Pintalaataksi valittiin vähintään 120 mm paksu teräsbetonilaatta. Laatan kaikki liitokset sekä liikuntasaumot päätettiin tiivistää asentamalla laatan alle kuvien 25-27 mukaiset kumibitumikermikaistat (radonkaistat). Lattialaatta tehtiin yhtenäisenä ilman sahasaumoja ja raudoitettiin teräskuiduilla sekä nurkkateräksin. Lattialaatta jaettiin osiin ja raudoitettiin liitteen X mukaisesti. Näillä ratkaisuilla todettiin saatavan aikaiseksi parempi lopputulos kuin kapseloimalla. Vaihe 1 (Loft Tehdas I ja II eli A- ja B-porras) voitiin rakentaa kokonaan tällä ratkaisulla. Vaiheessa 2 (Loft Tehdas III-IV eli C- ja D-porras) voitiin tätä ratkaisua käyttää vain osittain. Osassa rakennusta poistettiin koko vanha lattialaatta ja se korvattiin uudella paalutetulla teräsbetonilaatalla. Osassa rakennusta oli niin paksu laatta, että pinta jouduttiin jyrsimään ja tekemään päälle uusi kiinnitetty pintalaatta. Tuolta osin tehtiin liittymien tiivistys laatan yläpuolisena tiivistyksenä.

Alapohjalaatan liikuntasäuma

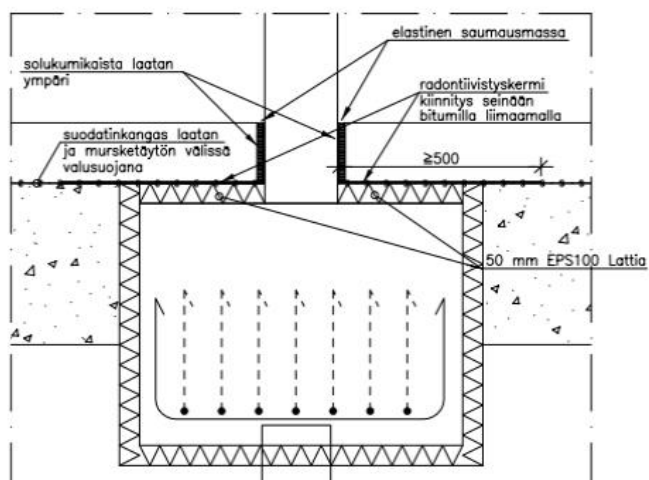


Kuva 25: Alapohjan pintalaatan liikuntasäuman tiivistäminen haitta-aineita vastaan

VSS:n väliseinän ja lattian liitos anturan kohdalla

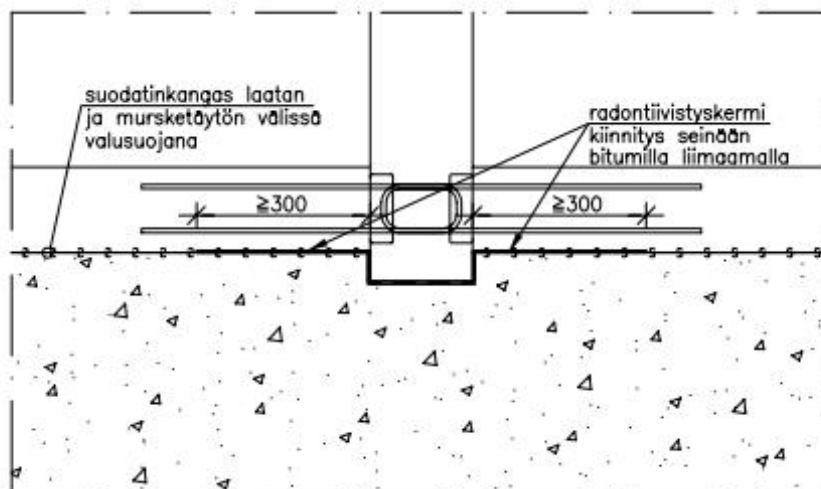


Väliseinän ja lattian liitos anturan kohdalla

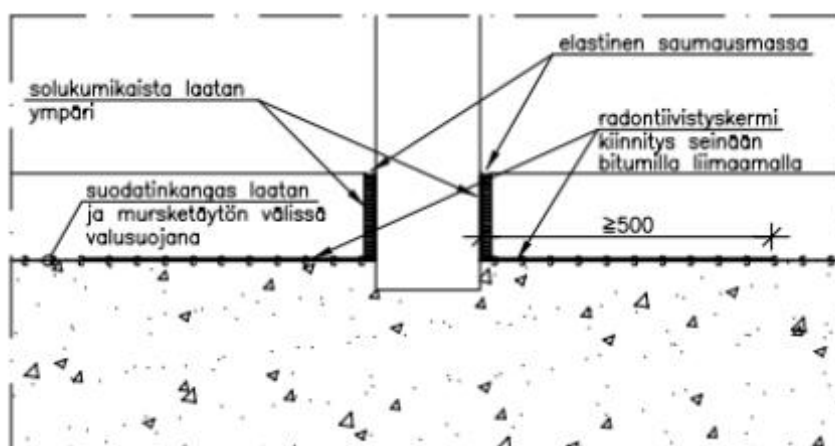


Kuva 26: Anturoiden ja alapohjan pintalaatan tiivistäminen haitta-aineita vastaan

VSS:n väliseinän ja lattian liitos anturoiden välillä



Väliseinän ja lattian liitos anturoiden välillä



Kuva 27: Väliseinien ja alapohjan pintalaatan liitokset haitta-aineita vastaan

Golder Associatesin tutkimuksen yhteydessä todettiin puupölkkylattiarakenne noin 36 m² alueella, jossa on korkeita öljyhiilivetypitoisuuksia. Öljyyntynyt puulattia esitettiin purettavaksi. Purkujäte luokitellaan pitoisuuksien perusteella vaaralliseksi jätteeksi. Tulevan liiketilan sisäpuolen pintatiilessä (kokooma 9) todettiin korkeita öljyhiilivetypitoisuuksia, jonka vuoksi sisäpuolen tiilirakenne suositellaan purettavaksi tai pinnoitettavaksi tiiviillä rakenteella. Liiketilan alueella myös lattiarakenteessa todettiin vuoden 2013 tutkimuksessa korkeita öljyhiilivetypitoisuuksia. Em. alueelle esitetään samoja toimenpiteitä, kuin muihin lattiarakenteisiin.” [65, s.11] Seinien osalta päädyttiin purkamaan ikkunalinjan alapuolinen verhomuuraus rakennuksen sisäpuolelta. Ikkunoiden alaosassa kulkee yhte-

näinen teräsbetoninen palkki, joka muodostaa yhtenäisen ilmakatkon alapuolisista rakenteista yläpuolisiin tiloihin. Niiltä osin, kun seinissä ei ollut havaittavissa kohonneita öljyhiilivetypitoisuuksia, tehtiin seiniin pintojen puhdistus kuivajääpuhalluksella.

Golder Associatesin mukaan, mikäli öljyhiilivetypitoista betonia tullaan rouhimaan tai muussa yhteydessä poistamaan, tulee niissä todetut haitta-ainepitoisuudet (öljyhiilivedyt) huomioida työtapoja valittaessa (työturvallisuus) ja syntyvien jätteiden hävittämisessä. [65, s.11] Kohteessa rouhittiin vanhaa öljypitoista betonilaattaa runsaasti, sillä kaikki uudet anturat rouhittiin vanhan alapohjalaatan sisään tai lävitse.

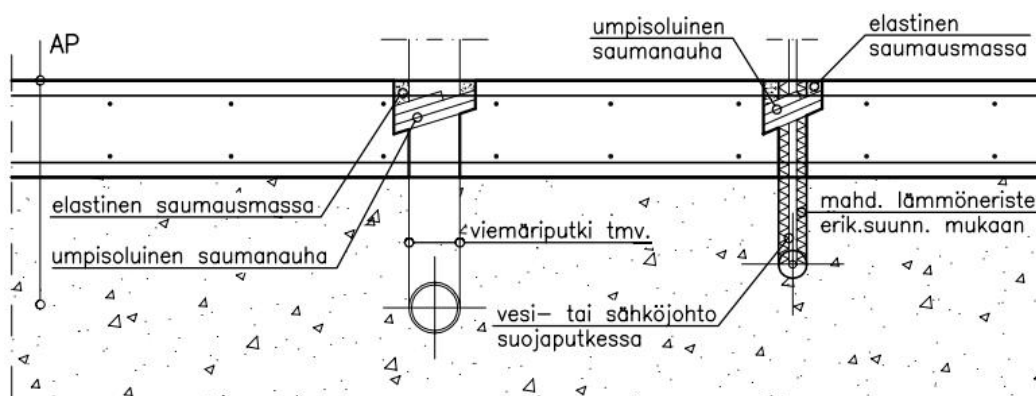
Silloin kun haitta-aineiden kulkeutumista rakenteista sisäilmaan halutaan seurata tai muuten varmistua siitä, ettei haitta-aineita kulkeudu sisäilmaan, tulisi ainakin muutamasta huoneistosta tehdä rakennuksen valmistumisen jälkeinen haitta-ainemittaus. Mikäli halutaan varmistua jo ennen rakennuksen valmistumista siitä, että haitta-aineita ei kulkeudu vanhoista rakenteista sisäilmaan, voidaan haitta-ainepitoisuudet mitata huoneilmasta rakentamalla rakennusaikainen mittaushuone. Tuo huone tulee pitää lämpimänä ja paineistaa huoneistoja vastaavasti, jotta saadaan mahdollisimman lähellä lopputilannetta oleva tilanne simuloitua. Tulevan lämpötilan säätäminen on tärkeää, jotta tiedetään miten haitta-aineet höyrystyvät sisäilmaan tulevassa käyttölämpötilassa. Oikean ilmanpaineen säätäminen puolestaan siksi, että saadaan tietää miten haitta-ainepitoinen ilma kulkeutuu rakenteista kyseiseen tilaan. Case-kohteessa pohdittiin mittaushuoneen rakentamista rakennusaikana, mutta siitä kuitenkin luovuttiin. Case-kohteessa haitta-aineille ei ollut käytännössä enää olemassa siirtymäreittiä huoneistoihin. Samoin kokeen käytännön toteutus olisi ollut hankalaa, sillä alapohjaan ja sokkeliin olisi ollut erittäin vaikeaa luoda lopputilannetta vastaavat olosuhteet.

Rakenteet on suunniteltu siten, että haitta-aineet eivät pääse siirtymään uuden pinta- tai alapohjalaatan lävitse sisäilmaan. Mikäli näin kuitenkin tapahtuisi, toimii parkkihalli osaltaan puskurivyöhykkeenä asuin ja toimistotilojen välillä. Parkkihalliin on suunniteltu hyvä ilmanvaihto, jonka lisäksi parkkihallin yläpohjan kaikki liittymät on tiivistetty palokatkomassalla, joka varmistaa samalla kattolaatan tiiveyden. Osassa rakennusta on kuitenkin sijoitettu toimistoja ja porrashuoneet sekä varastoja ensimmäiseen kerrokseen, jolloin tällaista puskurivyöhykettä ei ole. Näiden tilojen osalta on kiinnitetty alapohjalaatan ja sen liittymien tiivistämiseen erityistä huomiota.

Oman kokemukseni mukaan haitta-aineiden kanssa on olemassa eräs tunnistettu ongelma; erilaiset ihmiset reagoivat eri tavoin haitta-aineisiin aivan kuten esim. mikrobeihin. Toiset ihmiset ovat siis herkempiä altistukselle kuin toiset. Lisäksi ihmisten aistiherkkyys on varsin yksilöllistä, mm. osalla ihmisistä on herkempi hajuaisti kuin keskimäärin. PAH-yhdisteiden osalta ongelmaksi muodostuu myös se, että osa on herkemmin haihtuvaa ja osa aiheuttaa voimakkaampaa hajua kuin toiset. Tällöin aistiherkät ihmiset saattavat kokea yhdisteet haitallisiksi, vaikka niiden pitoisuudet sisäilmassa olisivatkin hyvin alhaiset. Näin ollen mikäli rakenteista löydetään haitta-aineita ja rakenteisiin on

helppo asentaa tuuletus ja ne ovat lisäksi tiivistettävissä, on case-kohteen tyyllisen tuplavarmuuden tekeminen perusteltua. Rakennuksen ensimmäisen kerroksen pintalaatan alapuoliset uudet täyttömaat voivat pitää sisällään myös radonia, jolloin radon-tuuletusputkien ja radontiivisteiden asentaminen yhdistettynä tiiviiseen teräsbetoni-laattaan on muutenkin järkevää. Kohteeseen asennettiin liitteen xx mukainen radonputkisto. Lattian läpiviennit tiivistettiin kuvan 28 mukaisesti.

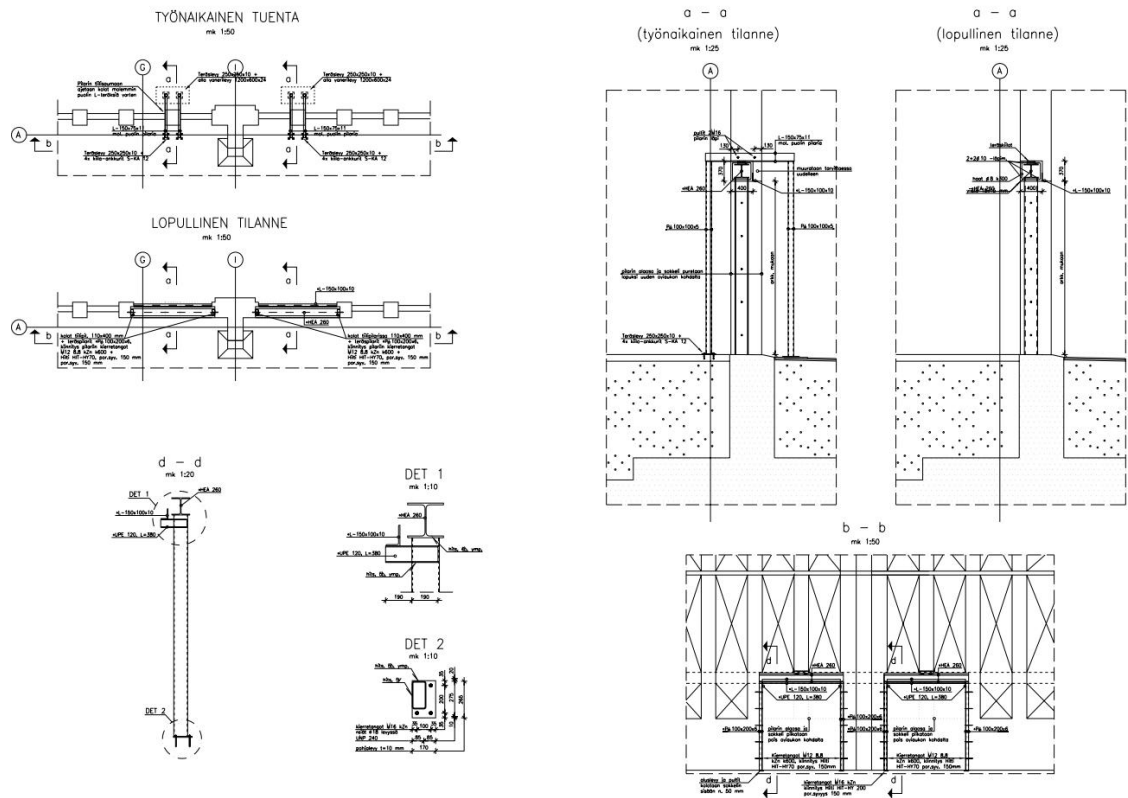
Alapohjan lävistävien putkien tiivistäminen (RT 81–11099)



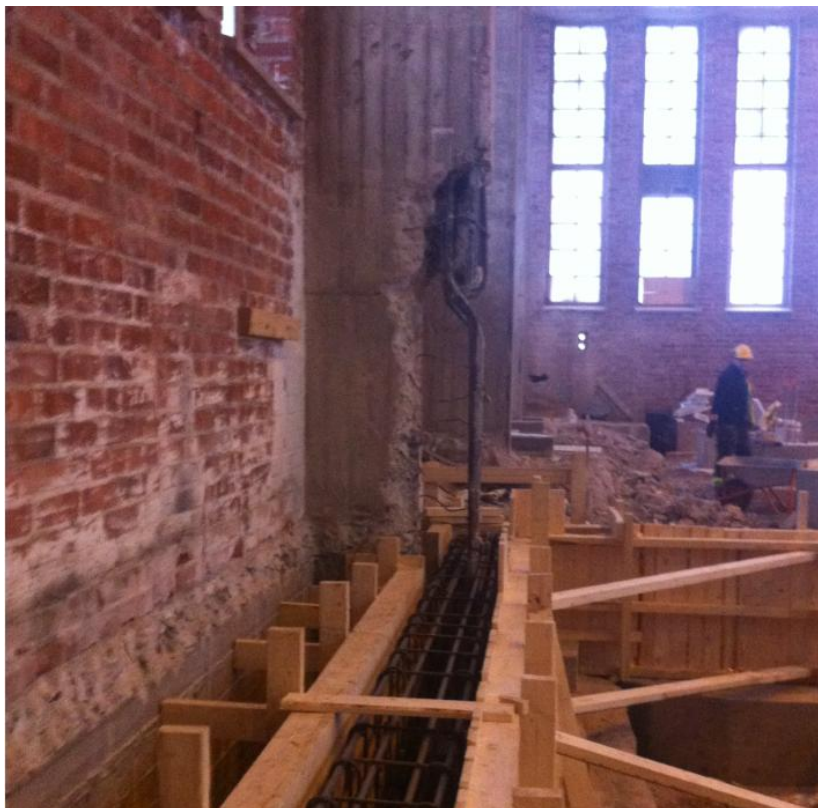
Kuva 28: Alapohjan läpivientien tiivistäminen haitta-aineita vastaan

4.1.4 Vanhojen rakenteiden kestävyys ja stabiliteetti

Korjausrakentamisessa tehdään aina rakenteita tai kuormia muutettaessa vanhojen rakenteiden kantavuuden ja stabiliteetin varmistus joko rakennelaskelmin tai rakenteellisin tuennoin. Case-kohteessa tehtiin rakennesuunnitelmat kaikista niistä kohdista, jotka tarvitsivat erillistä tuentaa. Näissä suunnitelmissa kerrottiin myös työtavat ja työjärjestys. Tällaisia kohtia olivat mm. uusien kulkuaukkojen kohdilta katkaistavat vanhat ulkoseinän tiilipilarit. Vanhojen pilareiden kuormat siirrettiin kuvan 29 mukaisesti työaikaisille tuille, kunnes uusi kuormansiirtopalkki oli valmis. Rakennelaskelmin tarkastettiin mm. ison väestönsuojan kohdalla olevien teräsbetonisten pilareiden kantavuus työnaikaisesti, kun niistä jyrättiin alareunaan kuvan 30 mukaiset suuret loveukset väestönsuojan seiniä varten.

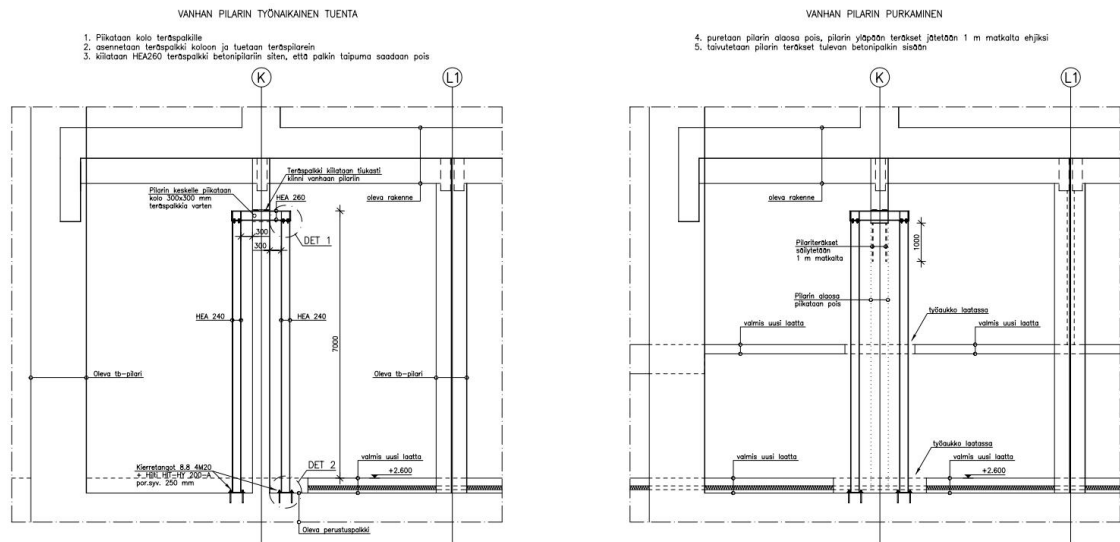


Kuva 29: Vanhan tiilipilarin katkaisu uusien aukkojen kohdilla

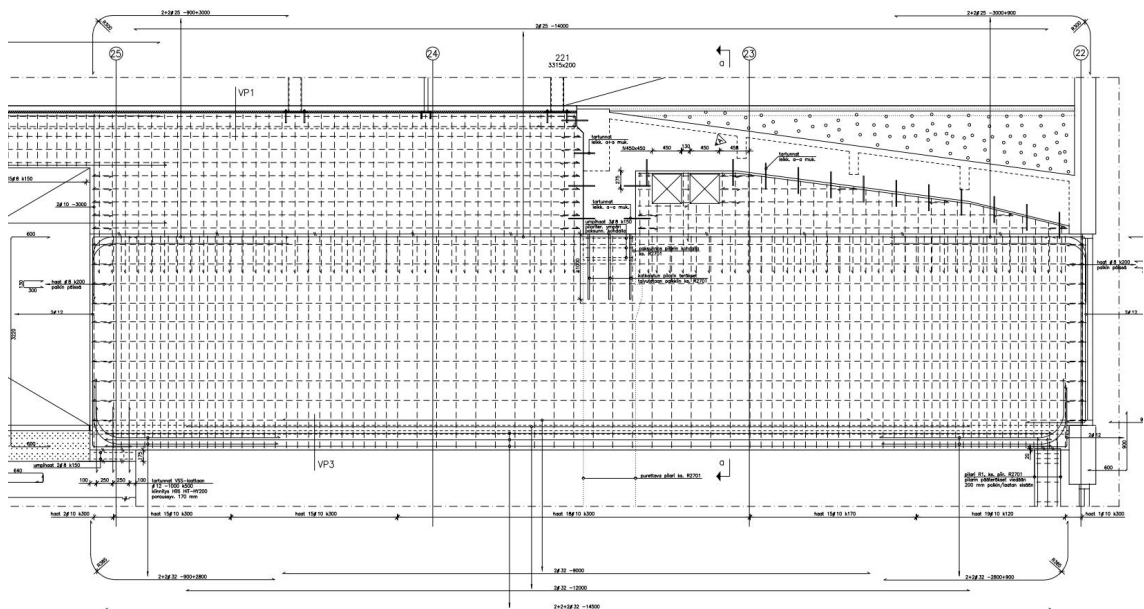


Kuva 30: Vanhojen kantavien teräsbetonisten ulkoseinäpilarien loveukset väestönsuojan seinien kohdalla. Loveuksen tarkoitus on mahdollistaa yhtenäisen seinän rakentaminen vanhan pilarin sisään.

Parkkihallin käytettävyyden vuoksi poistettiin yksi kaarevan hallin kantava pilari pohjakerroksesta (ks. liite W, linja K/23-24). Tämän pilarin kuormat siirrettiin vanhan betonipilarin lävitse asennetulla teräspalkilla väliaikaisesti kuvien 31 ja 32 mukaisille uusille teräspilareille, joita varten jätettiin uusiin laattoihin varauksolut. Pilarin tilalle rakennettiin uusi kuvan 33 mukainen teräsbetoninen seinäpalkki siirtämään lopputilanteen kuormat, jonka jälkeen väliaikaiset terästuennat poistettiin ja laatan varauksolo betonoitiin umpeen.



Kuva 31: Vanhan pilarin purku ja työnaikaisen tuennan suunnitelma



Kuva 32: Katkaistun pilarin tilalle rakennettu kantava teräsbetoninen seinäpalkki linjalla K.



Kuva 33: Vanhan pilarin purku ja työnaikaisen tuennan toteutus

Kun kohteesta purettiin vesikatto pois, osoitettiin laskelmin pilareiden stabiliteetti purku-tilanteessa ja sen jälkeen. Laskelmien mukaan pilareiden perustukset eivät enää kestäneet seiniltä sille tulevaa tuulikuormaa, joten pilareiden välissä olevat ikkunat määrättiin purettaviksi kuvan 34 mukaisesti ennen vesikaton purkutöiden aloittamista.

Laskennallisesti todistettiin myös muutamien osittain piikattujen palkkien kestävyys. Vanhoja palkkeja kolottiin ja madallettiin uusien rakenteiden ja toisaalta huoneiston näkyvyyden tieltä. Lähtökohtana oli kuitenkin, ettei vanhoihin rakenteisiin kosketa ellei se ole välttämätöntä. Niiltä osin rakennusta, joista ei ollut vanhoja rakennepiirustuksia olemassa, piikattavat rakenteet tuettiin uusiin rakenteisiin. Rakennuksen jäykistys hoidettiin sen sisäpuolelle rakennetuilla uusilla sisätilan rakenteilla. Kohteessa purettiin myös osin vanhaa runkoa ja tiilipilareita jäykistäviä palkkeja.



Kuva 34: Rakennus ennen ja jälkeen vesikaton purkamista.

Vanhojen rakenteiden perustusten kantavuuden osalta tehtiin periaatteellinen päätös olla rasittamatta vanhoja rakenteita uusilla kuormilla ja samalla vahvistaa perustukset uudella paalutuksella. Käytännössä siis rakennuksen vanhat ulkoseinät perustettiin vain niiden omalle painolle. Ainoastaan eri rakennusvaiheiden rajoilla oleviin betonipilareihin otettiin vanhoille pilareille osa uusien rakenteiden kuormista. Kuvassa 36 on esimerkki tällaisesta linjasta.



Kuva 35: Rakennusvaiheiden välisen linjan 22 perustukset vahvistettiin ottamaan myös uusien rakenteiden kuormia (ks. liite U).

Ensimmäisen kerroksen lattialaattaa tai -paaluja ei uusittu kuin rakennuksen D-portaassa, jossa koepalojen perusteella havaittiin laatan olevan niin ohut, että sen purkaminen oli järkevää. Vanhoja laattoja ei paalutettu uudelleen, vaan ne jätettiin vanhojen puu- ja kaivinpaalujen varaan. Kuormana laatalle tulee jatkossa vain alapohjarakenteen omapaino sekä alimman kerroksen hyötykuorma. Jotta tämä oli mahdollista toteuttaa, niin uudet paaluanturat jyrsittiin vanhojen laattojen sisään. Alapohjalaatta oli rakennuksessa pääosin niin paksu, että uusi antura rakennettiin täysin vanhan teräsbetonisen laatan sisään. Anturan ja vanhan rakenteen väliin tehtiin kuvan 31 mukaiset irrotuskaistat kaikille reunoille ruiskutettavasta polyuretaanista tai EPS eristeestä ennen anturan valamista. Irrotuskaistan on tarkoitus pitää rakenteet erillään ja estää suurien kuormien välittyminen suoraan vanhoille rakenteille. Paksuimman ($h=4000$ mm, ks. liite U) laatan kohdalla jyrsittiin laattaan järeät kuormansiirtopalkit siirtämään yläpuolisten rakenteiden kuormat ohi laatan uusille perustuksille. Kuvassa 37 on kuormansiirtopalkki kuvattuna.



Kuva 36: Perustuspalkki paksun ($h=4000$ mm) laatan yli. Palkin molemmissa päissä on anturat. Palkki ja antura irrotettiin ympäröivästä rakenteesta eristeestä tehdyllä laakerikerroksella.

Vanhojen rakenteiden kestävyys liittyy myös niiden pitkäaikaiskestävyys rakennuksen tulevassa käyttötarkoituksessa. Kaikki julkisivut puhdistettiin ulkopuolelta kuivajääpuhalluksella. Kuivajääpuhallus ei kastele rakenteita eikä riko alustaa, mutta poistaa tehokkaasti lian ja vanhat pinnoitteet. Pesun jälkeen julkisivujen kaikki tiilet ja saumat käytiin läpi ja vaurioituneet kohdat korjattiin vaihtamalla tiili uuteen ja paikkaamalla saumaus uudella muurauslaastilla. Tavallisesti suojellussa rakennuksessa käytetään muualta rakennuksesta purettuja tiiliä, mutta purettavaa tiilirakennetta oli kohteessa kuitenkin vain vähän, joten päädyttiin käyttämään uutta täysin vanhaa muistuttavaa tiiltä. Case-kohteen julkisivun suojelun vuoksi tiilipinnan ainoa mahdollinen pinnoite olisi ollut impregnointiaine, mutta pintaa ei käsitelty millään pinnoitteella. Tiilipinnan suojaamattomuus tarkoittaa, että rakenne tulee myös jatkossa kastumaan sateesta ja sen tulee päästä myös jatkossa kuivumaan sisäänpäin. Vanhat tiilipinnat päätettiin jättää muutamaa ongelmakohtaa lukuun ottamatta lisäeristämättä sisäpuolelta. Sisäpuolisiksi pintakäsittelyaineiksi hyväksyttiin vain kuvan 38 mukaisia tavanomaisia akryylimaaaleja vesihöyryvoimempia pinnoitteita. Tarkoitus on pitää rakenteen lämpötila ja kosteuden siirtyminen pois rakenteesta mahdollisimman suurena, jottei pakkasrapautuminen pääse nopeutumaan julkisivuissa ja toisaalta ettei seinärakenteesta sisäänpäin siirtyvä kosteus aiheuta pinnoitteen kesimistä.

<p>LISÄERISTYS 30 MM EPATHERM, PÄÄLLE TASOITE JA VESIHÖYRYÄ HYVIN LÄPÄISEVÄ PINNOITE. HUOM. EI SAA PINNOITAA AKRYLAATTIDISPERSIOMAILLILLA!</p> <p>SOVELTUVAT PINNOITTEET:</p> <ul style="list-style-type: none"> – kalkkimaali, kuten Tikkurila Holvi kalkkimaali. HUOM. Tuote vaatii alle kalkki- tai kalkkisementtirappauksen, jossa sementin osuus max. 10 % – Kirjovärit Oy Sax Hydrosil sisämaali – Kirjovärit Oy Solikat –silikaattimaali – muoviton hengittävä sisämaali, kuten Kirjovärit Oy Maril–pellavaöljy maali, Uula Into–sisustusmaali tai Uula Himmeä sisäöljy maali <p>VANHALLE TIILIPINNALLE SOVELTUVAT PINNOITTEET:</p> <ul style="list-style-type: none"> – pintojen maalaukseen soveltuvat yllämainitut tuotteet – pölynsidontaan esim. Kirjovärit Oy Beton Cryll
--

Kuva 37: Kohteen vanhoille rakenteille soveltuvat sisäpuoliset pinnoitteet.

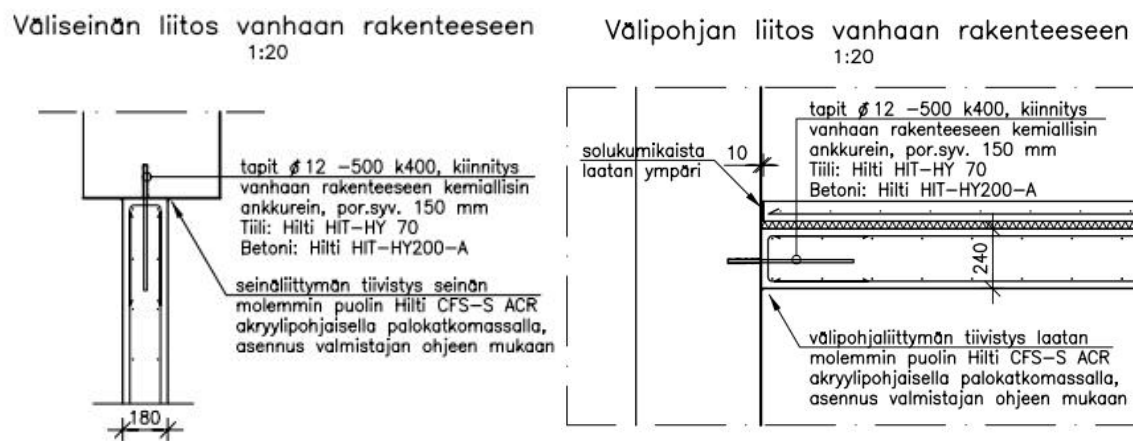
4.1.5 Asumisturvallisuus

Korjausrakentamisessa, kuten myös uudisrakennuksessa tulee huomioida asumisturvallisuus. Asumisturvallisuudesta merkittävin on rakenteellinen turvallisuus ja poistuminen onnettomuustilanteesta. Rakenteelliseen turvallisuuteen liittyy rakenteiden kestävyys sen käytöstä tuleville kuormille. Rakenteellinen turvallisuus on helppo toteuttaa noudattamalla rakennusmääräyksiä ja –ohjeita. Case-kohde kuuluu vaativimpaan P1 paloluokkaan. Kohteessa rakenteellinen turvallisuus on varmistettu rakennesuunnittelijan tekemin rakennelaskelmin. Suunnittelun laadunvarmistukseen kuuluu, että niillä on myös tarkastaja joka käy suunnitelman läpi ennen sen lähettämistä eteenpäin. Tällä toiminnalla pyritään ehkäisemään mahdollisia inhimillisiä virheitä rakentamisessa.

Paloturvallisuus on yksi tärkeimmistä korjausrakentamisessa huomioon otettavista asioista. Poistumisteiden miettiminen kuuluu arkkitehdille tai palokonsultille, mutta poistumisteiden rakenteiden määräysten mukaisuuden varmistaminen kuuluu rakennesuunnittelijalle. Koska case-kohde on betoni- tai tiilirakenteinen ja poistumisteiden vaatimukset ovat 60 minuutin paloa vastaan, niin ongelmia ei kohteessa tullut vastaan. Muiden tilojen paloturvallisuus tulee tarkistaa aina tapaus kohtaisesti. Kohteessa mm. 1. kerroksen irtaimistovarastojen kohdilla tuli vastaan vanhojen rakenteiden palonkestävyys, sillä betonin suojapeitepaksuus ei ollut niissä enää riittävä. Ratkaisuna kyseiset tilat korjattiin poistamalla 1. krs katon kantavista teräsbetonisista palkeista ja laatasta vanhat pinnoitteet ja ruiskuttamalla uutta ruiskulaastia pintaan 20 mm paksuudelta suojaamaan rakenteita.

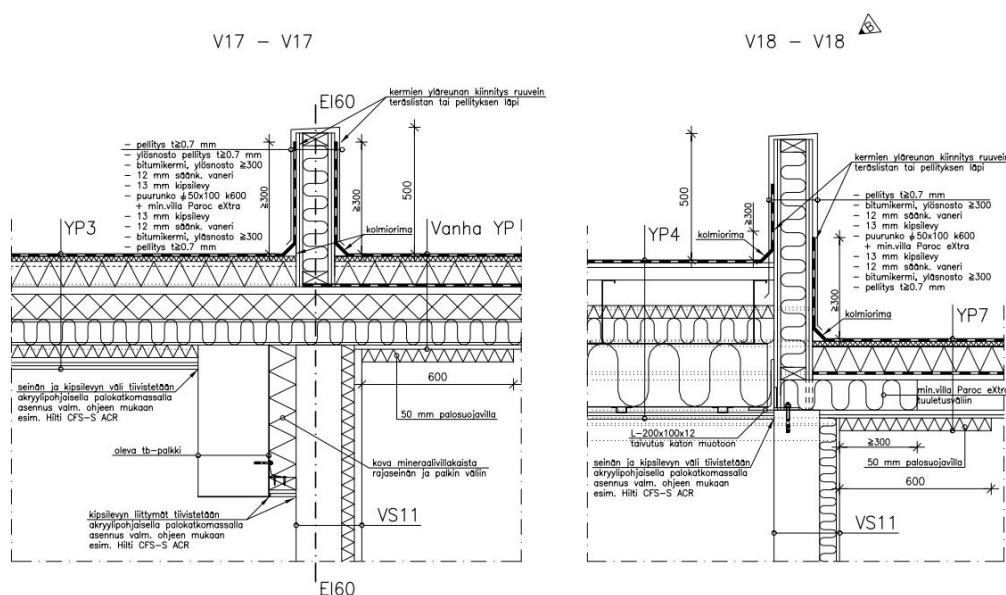
Palokatkot ja tiivistykset ovat myös tärkeä osa paloturvallisuutta. Korjauskohteissa tulee kin uusien läpivientien ja rakenteiden lisäksi miettiä aina myös vanhojen rakenteiden tiiveys kuntoon. Käytännössä siis kaikki vanhat poistettavat reiät tulee täyttää muuta seinärakennetta vastaavan tiiveyden ja palonkeston omaavalla rakenteella. Case-kohteen kaikki säilytettävät vanhat osat ovat betonirakenteisia, jolloin paikkaukset voitiin tehdä lähes kutistumattomalla palokatkokipsillä tai korjausbetonilla. Kaikkien vanhojen ja uu-

sien rakenteiden liitoskohtiin asennettiin kuvan 39 mukaisesti molemminpuolinen palokatkossa varmistamaan rakenteiden tiiveys palotilanteessa rakenteen liitoskohdan halkeiluriskin vuoksi. Palotiiveyden lisäksi ratkaisulla haetaan myös ilmääneneristävyyden varmistamista liitoksessa. Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä tuli myös asennettavaksi uusia palolaseja mm. vaiheen 2 korkeaan osaan matalamman osan yläpuolisiin ikkunoihin.



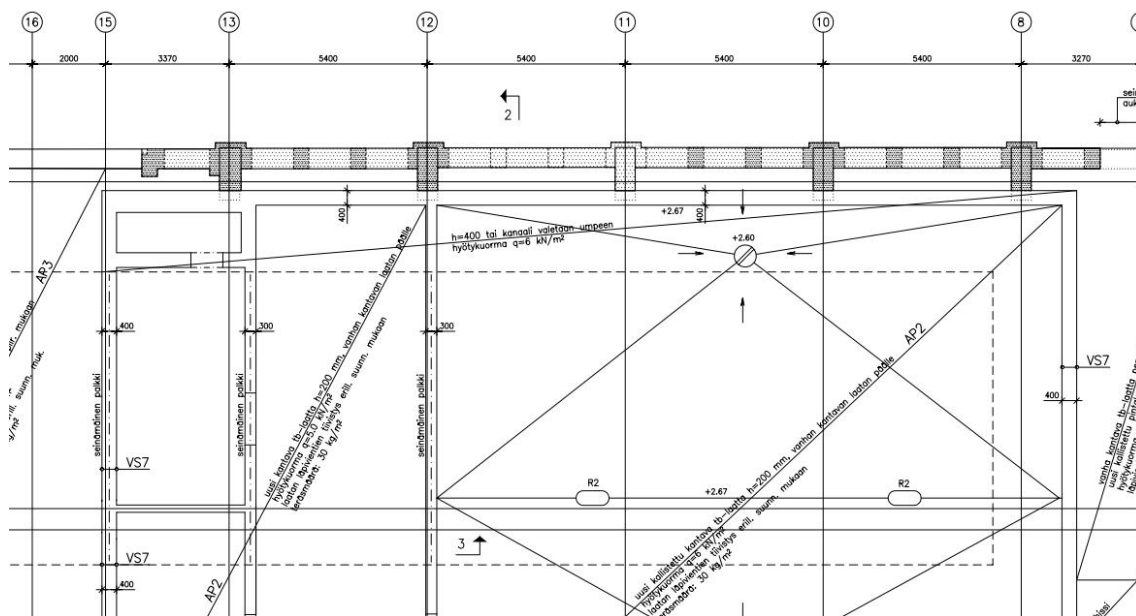
Kuva 38: Uusien ja vanhojen rakenteiden liitosten tiivistäminen.

Kohteessa paloturvallisuutta parannettiin myös sprinklauksella. Rakennuksen sisäpihat ja sitä ympäröivät rakennukset sekä Wärtsilän tehdashallin seinän vastaiset huoneistot varustettiin sprinklauksella. Käyttötarkoituksen muutokseen liittyy Wärtsilän ja Loft Tehdas IV:n väliselle rajaseinälle tehtävä vesikaton pystypalokatko, palokatkon rakentaminen vanhan puurakenteiseen yläpohjan sisään ja alapuolelle sekä rajahuoneistojen sprinklaus, palokatko tehtiin kuvan 40 mukaisesti. Rajaseinän rakenteita on lisäksi havainnollistettu kuvassa 41.



Kuva 39: Wärtsilän ja Loft Tehdas IV:n rajaseinälle toteutettava pystypalokatko.

S2-luokan väestönsuoja rakennettiin elementtirakenteisena siten, että seinät rakennettiin osin vanhojen pilareiden sisään kuvan 42 mukaisesti. Väestönsuojan yhden seinälinjan alla oli vanha lattiakanaali, johon rakennettiin uusi teräsbetoninen seinämä viemään väestönsuojan kuormat uusille perustuksille.



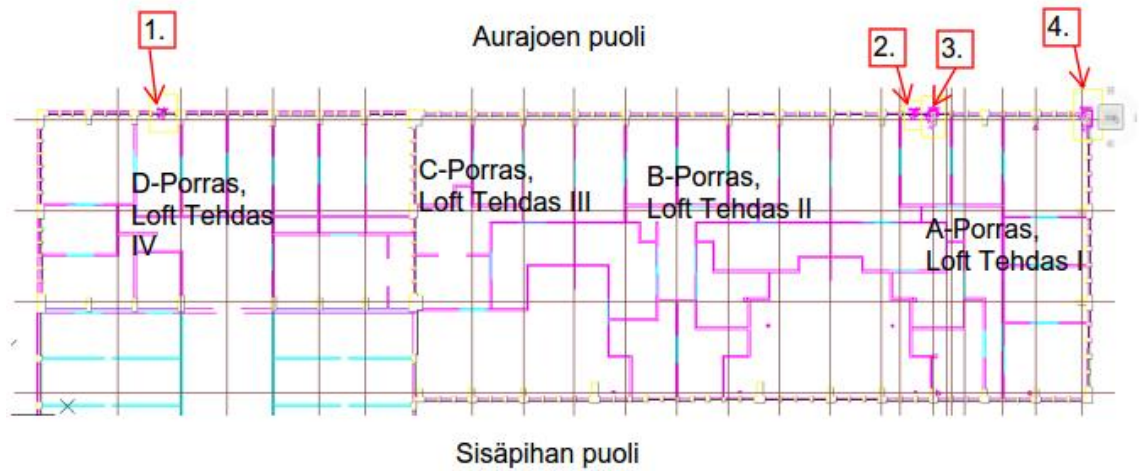
Kuva 42: Väestönsuojan lattian laudoituspiirustus, josta näkyy miten väestönsuojan seinälinja menee vanhojen teräsbetonipilareiden sisään.

4.1.6 Asumisterveys ja -viihtyvyys

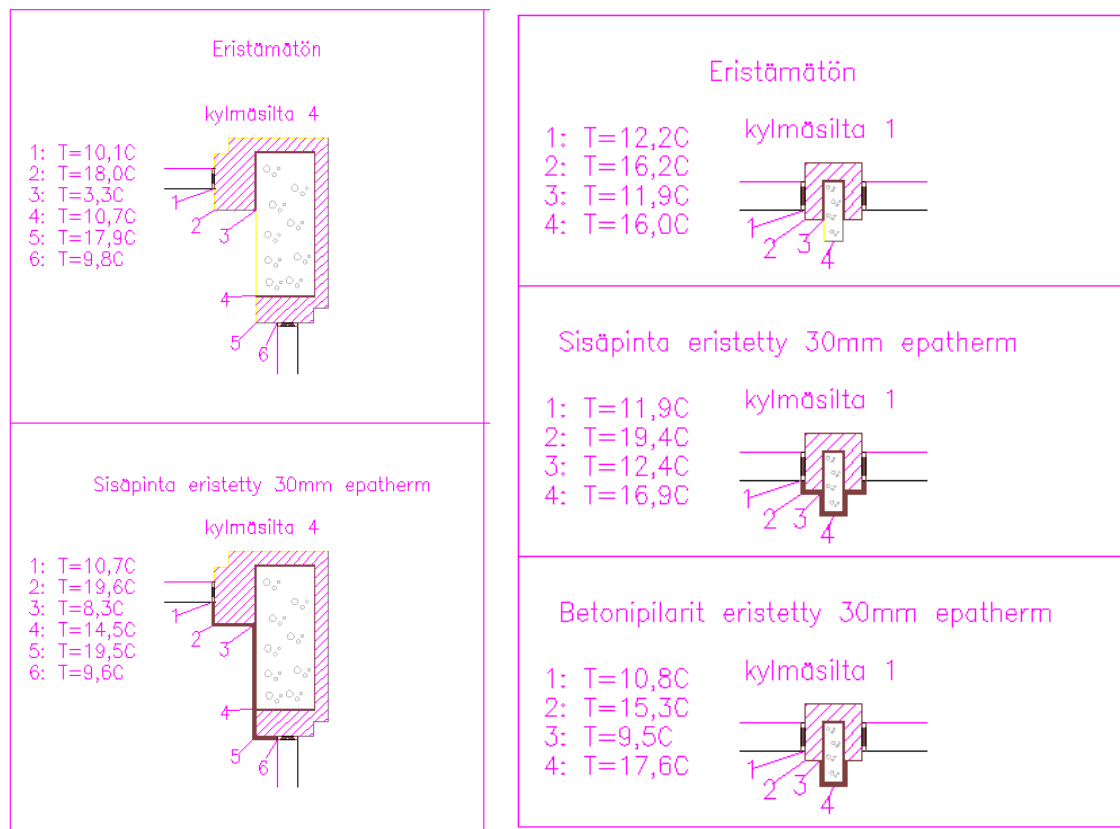
Asumisterveyteen ja -viihtyvyyteen kuuluu käyttäjän kokemus ympäristö ja sen tuomien haittojen minimoiminen. Tämä siis tarkoittaa, että asunnossa on laadullisesti hyvä sisäilma ja lämpötila sekä riittävästi valoa eikä sinne kuulu häiritseviä ääniä. Uudisrakennuksessa nämä ovat yleensä helposti saavutettavissa, mutta käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä saattavat vanhat rakenteet vaikeuttaa vastaavaan lopputulokseen pääsemistä.

Case-kohteessa yksi asumisterveyteen ja toisaalta myös -viihtyvyyteen liittyvä asia on vanhan seinärakenteen pinta-lämpötila, jonka todettiin olevan pakkaskaudella paikoin alhaisia varsinkin rakennuksen nurkissa. Riskialttiiksi koetuista rakenteista tehtiin kuvien 43 ja 44 mukaiset pintalämpötilalaskelmat Wufi-ohjelmalla. Ohjelmalla laskettiin nykytilanne ja mitä tapahtuu mikäli rakennetta lisäeristetään sisäpuolelta 30 mm tai 50 mm kalsiumsilikaattilevyllä. Oikein kylmillä pinnoilla on mahdollisuus ilmankosteuden tiivistymiseen rakenteen sisäpinnalle, varsinkin niissä tiloissa, joissa on kosteuslisää. Lisäksi kylmät pinnat voivat aiheuttaa ikävää vedon tunnetta kylmän pinnan läheisyydessä. Ratkaisuksi päädyttiin eristämään kriittisimmät kohdat 30 mm kalsiumsilikaattilevyllä.

Tarkoitus oli saada pintalämpötila kohoamaan, mutta edelleen pitää julkisivu muuten mahdollisimman lämpimänä, jottei seinän pakkasrasitus lisääntyisi aiempaan tilanteeseen nähden.



Kuva 43: Pintalämpötilalaskelmien tarkastelupisteet, kylmäsilat 1-4. [6]



Kuva 44: Pintalämpötilalaskelmien tuloksia[6]

Huoneilman lämpötilasta tehtiin kohteessa erilliset laskelmat ja suunnitelmat jäähdytyksen ja lisälämmön tarpeesta. Laskelmat teki erillinen konsultti eivätkä ne siis kuuluneet Case-kohteessa rakennesuunnittelijalle. Rakennesuunnittelijalle kuului lämpötilaan liittyen rakennetyyppien tekeminen ja lämpötilojen huomioiminen sitä kautta. Rakennesuunnittelijan tulisi myös tehdä riittävä määrä detaljeja, jotta saadaan rakenteiden ilmatiiveys varmistettua ja kylmäsillat poistettua tai ainakin huomioitua. Tämä on erittäin tärkeää varsinkin korjausrakentamisessa, jossa uusilla rakenteilla liitytään vanhoihin rakenteisiin.

Lämmönjako kaikkiin huoneistoihin tehtiin vesikiertoisella lattialämmityksellä, joka asennettiin 80 mm paksun pintalaatan sisään. Pintalaatan alle asennettiin 30 mm paksuiset askeläänieristeet. Eristeen tarkoitus on ääneneristyksen lisäksi eristää pintalaatta muista rakenteista. Samalla myös laatan reunoille asennettiin solukumiset irrotuskaistat ympäri. Pintalaatta ei saa olla liian paksu, jotta lämpö on helposti säädettävissä. Kohteessa vaihdettiin urakoitsijan toiveesta pintalattiarakenne maakosteaan betoniin. Näin voitiin jättää pintalaatasta rauditus pois ja asentaa lämmönjakoputkisto suoraan lattian alapuoliseen nappulalevyyn.

Suojellussa massiivisessa tiilirakennuksessa tai yleensäkin vanhaa massiivitiiliseinää korjattaessa tulee huomioida, että tiili imee itseensä suuren määrän kosteutta. Näin ollen on erittäin tärkeää, että rakenteeseen imeytyneen kosteuden siirtyminen sisälle päin tulee mahdollistaa, mikäli ulkopintaa ei käsitellä vettä hylkivällä pinnoitteella. Tämä asettaa sisäpuoliselle lisäeristykselle ja pinnoitteelle vaatimuksen; niiden tulee olla erittäin hyvin vesihöyryä läpäisevää.

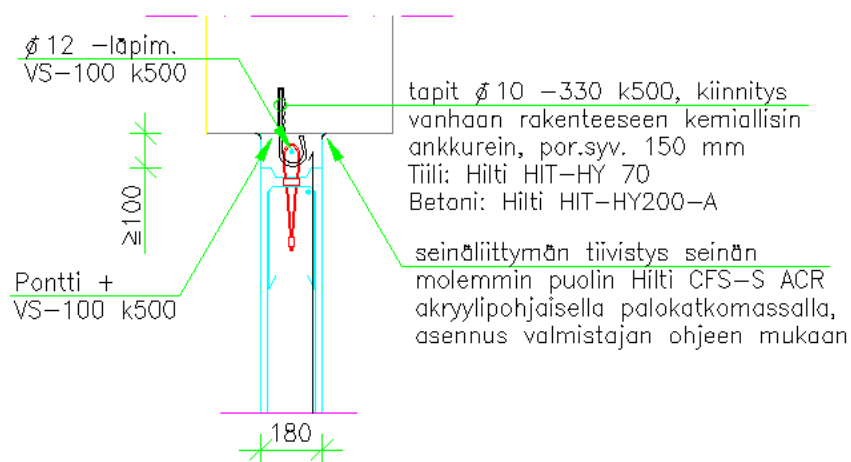
Kosteuden suhteen vanhoissa rakennuksissa on usein ongelmakohtana rakennuksen alta kapillaarisesti nouseva kosteus. Vanhaa alapohjarakennetta on yleensä hyvin vaikea muuttaa sellaiseksi, ettei se siirrä kapillaarisesti kosteutta, jollei sitä ole jo alun perin kohdetta rakentaessa huomioitu. Case-kohteessa mahdollinen kosteuden kapillaarinen nousu saatiin katkaistua tekemällä vanhan laatan ja uuden laatan väliin uusi sorakerros kapillaarikatkosorasta. Vanhojen pilarien tai sokkelien osalta hyväksyttiin mahdollisuus kosteuden vähäiselle nousulle parkkihallin korkeudelle. Näin ollen niille ei tehty erillistä kapillaarikatkoa esim. imeyttämällä huokostilan täyttävää ainetta rakenteeseen.

Äänen kulkeutuminen tilasta toiseen on otettava käyttötarkoituksen muutoksessa aina huomioon. Vaikka uusi jakava rakennusosa täyttäisi määräykset, niin äänen sivusiirtymät liittyvien rakennusosien kautta on aina tarkasteltava erikseen. Nykyisin useimmissa rakennushankkeissa on erillinen akustiikkasuunnittelija mukana ja näin oli myös case-kohteessa. Rakennesuunnittelijan tehtäväksi jää kuitenkin mahdollisten riskipaikkojen tiedostaminen ja ongelmakohdan esittäminen akustiikkasuunnittelijalle. Mikäli rakennesuunnittelija ei tätä tee, on akustiikkasuunnittelijan tehtävä todella hankala ja työläs. Kohteessa liittyvät rakennusosat olivat lähes aina suuren massan omaavia rakenteita, kuten tiili- tai betonirakenteita. Näin ollen äänen sivusiirtymä ei muodostunut ongelmaksi.

Akustiikkasuunnittelijalle lähetettiin kommentoitavaksi liitosdetaljit ja muut akustiikkaan liittyvät ratkaisut kohteesta. Koska uusilla rakenteilla liitettiin massiivisiin rakenteisiin, niin tärkeäksi muodostui halkeilun estäminen rajakohdassa ja siten ilmaäänien kulkeutuminen tilasta toiseen. Tämä tehtiin kuvien 45 ja 46 mukaisesti tapittamalla ja asentamalla paloakryylimassa rajapintaan rakenteen molemmin puolin. Liityttäessä elementtirakenteilla vanhaan rakenteeseen, jätettiin väliin kuvan 39 mukaisesti suurempi (väh. ≥ 100 mm) sauma. Elementissä oli vaarnalankit ja vanhaan rakenteeseen injektoitiin harjateräksestä väännetyt koukut.

Elem. väliseinän liitos vanhaan rakenteeseen

1:20

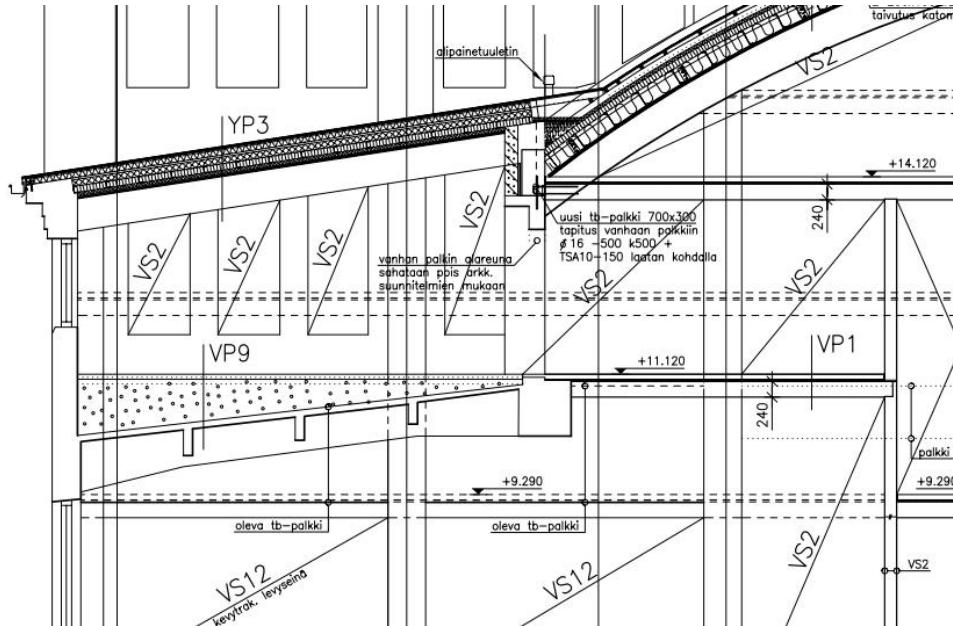


Kuva 45: Elementtiväliseinän liitos vanhaan rakenteeseen



Kuva 46: Liitos vanhaan seinään ja pilariin

Liittymien lisäksi huomioitiin mm. vanha välipohja, josta poistettiin vanha pintalaatta sekä lautamuotit rakenteen sisältä. Uudessa rakenteessa tuo välitila täytettiin lecasoralla ja päälle valettiin uusi 80 mm paksuinen teräsbetoni-laatta kuvan 47 mukaisesti. Akustiikkasuunnittelija teki laskelman, jonka mukaan uusi rakenne täyttää määräykset.



Kuva 47: Leikkaus vanhan välipohjan kohdalta.

Asumisterveyteen liittyy osaksi myös haitta-aineet ja niiden haihtuminen sisäilmaan. Vanhoissa rakennusosissa saattaa olla käytetty materiaaleja, jotka sisältävät haitta-aineita ja jotka eivät ole kapseloituna rakenteen sisällä. Kohteessa selvitettiin kaikista materiaaleista haitta-ainepitoisuudet kohdan 4.1.3 mukaisesti, jonka jälkeen selvitettiin niiden poistamisen mahdollisuudet. Vaikka suurin osa haitta-ainesta saatiin poistettua rakenteista, niin silti haluttiin varmistua siitä, ettei vanhoista rakenteista pääse mitään reittiä pitkin kulkeutumaan haitta-aineita huoneistoihin. Kellarikerroksen parkkihalli toimii kohteessa osaltaan ns. puskurivyöhykkeenä eli mikäli haitta-aineita tulee maaperästä tai vanhasta lattiasta sisäilmaan, ne jäävät kellarikerroksen tasolle eivät kulkeudu siitä enää eteenpäin. Alapohjan rakenteet on kuitenkin tiivistetty haitta-aineita vastaan ja alapohjaan asennettiin vielä radonputkisto koneellisella poistolla keräämään mahdolliset höyrystyneet haitta-aineet ennen niiden pääsemistä sisäilmaan.

4.1.7 Yhteistyö ja kommunikointi

Rakentamisessa on eri osapuolten välisellä yhteistyöllä ja kommunikoinnilla erittäin suuri merkitys työn lopputulokseen. Varsinkin rakennettaessa vanhaan suojeltuun rakennukseen ja tehtäessä vielä käyttötarkoituksen muutos, on osapuolten välinen yhteistyö todella tärkeää hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi.

Suunnitelmien osalta hankalaksi on osoittautunut muutostietojen päivittäminen kaikkien osapuolten suunnitelmiin sekä varmistuminen siitä, että kaikilla on viimeisin versio käytössä. Case-kohteessa oli käytössä sähköinen projektipankki, jonne tallennettiin kaikki suunnitelmat ja niiden päivitykset. Tämä mahdollistaa tietojen siirron ja piirustusten jakelun mahdollisimman helposti projektin eri osapuolille. Projektipankin haittapuolena on, että osapuolten tulisi seurata hyvin tarkkaan, että heillä on käytössä uusin versio suunnitelmista. Kohteessa havaittiin selkeitä puutteita juuri uusimpien versioiden käytössä, piirustuksiin tehtyjen muutosten merkitsemistavoissa ja kuvien ristiintarkastelussa. Kaikkein ongelmallisimmaksi muodostui kuitenkin reikäkierto eli niiden piirustusten kiertäminen, joihin eri osapuolet merkitsevät kantaviin ja osastoiviin rakenteisiin tulevat reiät. Ongelmalliseksi sen tekee pitkittynyt kierto ja suunnitelmien päivitykset. Optimaalisessa tapauksessa kuvat ovat eri suunnittelijoilla vain päivän tai kaksi, joten kierron pitäisi olla ohi viikossa tai enintään kahdessa. Case-kohteessa näin ei kuitenkaan ollut, vaan niihin meni enemmän aikaa kuin oli tarkoitus. Tämän lisäksi kohteeseen tuli muutoksia koko ajan, mikä puolestaan tarkoittaa muutoksia rakenteisiin ja toisaalta myös tekniikan sijoitteluun rakennuksessa. Ongelmalliseksi reikäkierrossa muodostuu helposti se, että niiden teko-, lähetys- ja seurantavastuu on rakennesuunnittelijalla. Mielestäni parempi tapa olisi, että rakennesuunnittelija tekee reikäpiirustuksen pohjan ja tilaajan edustaja tai valvoja olisi vastuussa varsinaisesta kierrosta ja kierron valvomisesta. Tällöin voidaan tarvittaessa luoda erilaisia kannustimia kuvien nopealle kiertonopeudelle. Lisäksi reikäkierto tulisi huomioida suunnitteluajataulun laatimisessa ja sitouttaa suunnittelijat siihen.

Suunnittelijoiden välisen yhteistyön lisäksi on työmaan ja suunnittelijoiden välisen yhteistyön ja vuorovaikutuksen oltava sujuvaa. Korjausrakennustyömaalla tulee rakentamisen aikana vastaan monia sellaisia asioita, joihin ei ole ketään osannut varautua. Jotta rakennustyöt voivat jatkua, on näiden asioiden ratkaiseminen tapahduttava pikaisesti. Tällainen toiminta vaatii, että kommunikointi kohteen kaikkien eri osapuolten välillä on sujuvaa ja läpinäkyvää. Case-kohteessa eri osapuolten välinen luottamus ja ilmapiiri olivat hyvät. Kaikilla oli yksi yhteinen päämäärä ja se oli hyvä, laadukas sekä onnistunut lopputulos.

Vaativissa kohteissa tulee myös rakennesuunnittelijoiden keskinäisen yhteistyön olla mahdollisimman saumatonta ja läpinäkyvää. Saman toimiston sisällä asiat saadaan yleensä vielä helposti hoidettua, mutta mikäli kohteessa on muita toimistoja mukana, voi tiedon jakaminen ja rajapintojen suunnittelu olla yllättävän haasteellista. Case-kohteessa rakennesuunnittelun osalta eri toimistojen välistä kommunikointia käytiin vain väestönsuojan tuoteosakaupan osalta, sillä kohteen pääurakoitsija tilasi väestönsuojan elementtirakenteisena. Ongelmia koettiin liitosdetaljien yhteensovittamisessa, kuormitusten ymmärtämisessä, työmaatoteutuksen huomioimisessa sekä kohteen erikoisratkaisujen ymmärtämisessä. Toimiston sisäisesti ongelmia ei juuri ollut, pahimmat ongelmat liittyivät tiedon saamiseen kaikille yhteisesti, mutta tähänkin löydettiin oikeat työkalut ja toimintaperiaatteet. Tiedon kirjaamiseen puheluista ym. sovituista asioista käytettiin yhteistä

muistiota, johon kirjattiin kaikki erikseen sovitut suuremmat asiat. Pienemmät asiat hoidettiin joko sähköpostilla tai kertomalla saman tein kaikille osapuolille. Päärakennesuunnittelija kävi projektin parissa työskentelevien kanssa kokouksissa esille tulleet asiat läpi välittömästi kokouksen päätyttyä. Lisäksi kaikista kohdetta suunnittelevien muiden rakennesuunnittelijoiden sopimista asioista laitettiin heti tieto sähköpostilla myös päärakennesuunnittelijalle, yleensä tämä tehtiin laittamalla päärakennesuunnittelijalle kopio kaikista sähköpostikeskusteluista. Näin saatiin tiedonsiirto mahdollisimman sujuvaksi ja aukottomaksi.

Case-kohteessa käytettiin erilaisia kommunikointitapoja, joita olivat mm.

- työmaakierrokset
- neuvottelut ja palaverit
- sähköpostit ja puhelut
- suunnittelukokoukset
- työmaakokoukset
- muistiot

4.1.8 Laadunvarmistaminen ja dokumentointi

Suojellun rakennuksen rakentamisen aikana tulee rakennesuunnittelijan tehdä omaa laadunvarmistustaan mahdollisuuksien mukaan. Tähän kuuluu osaltaan laadunvarmistustoimenpiteiden ja raja-arvojen lisääminen suunnitelmiin urakoitsijaa velvoittavina asioina, havainnoiminen työmaakierroksilla, tekemällä huolelliset analyysit materiaalien soveltuvuudesta kohteeseen ja käyttämällä pääosin tunnettuja sekä hyväksi todettuja materiaaleja ja tuotteita.

Suojellun rakennuksen korjaus- ja muutostöissä on erittäin tärkeää, että projektin loppudokumentit ovat kunnossa. Loppudokumentit on hyvä toimittaa sekä paperisina että sähköisinä. Loppudokumentteihin kuuluu rakennepiirustukset, joihin on lisätty työmaan aikaiset muutokset sekä varmistettu, että ne vastaavat mahdollisimman paljon toteutusta. Yksi tärkeimmistä loppudokumenteista on huoltokirja, jonne suojellussa kohteessa tulee merkitä tavanomaisten asioiden lisäksi kaikki suojeltujen rakenteiden vaadittavat huolto- ja ylläpitotoimenpiteet sekä varotoimet. Lisäksi siellä tulee mainita kaikki käytetyt materiaalit sekä niiden huolto-, korjaus ja käyttöohjeet. Rakennesuunnittelijan tulee huolehtia että suojeltujen rakennusosien osalta huoltokirjan asiat ovat kunnossa eikä sinne ole laitettu rakenteille vahingollisia ohjeita.

4.2 Kohdekohtainen rakennesuunnittelun muistilista korjausrakentamisessa

Case-kohteen avulla saatiin kerättyä paljon tietoa erilaisista korjausrakentamisen rakennesuunnittelun ongelmista, työmenetelmistä ja ratkaisuista. Kohteen rakennussuojelu toi

vielä oman lisän suunnittelussa huomioon otettaviin asioihin. Rakennuksen monipuolisuus teki siitä loistavan kohteen korjausrakennesuunnittelun muistilistan pohjaksi. Muistilistassa on huomioitu myös käyttötarkoituksen muutoksen mukanaan tuomat asiat.

Muistilistaa tehdessä on käytetty hyödyksi myös muissa korjauskohteissa esiintyneitä rakennesuunnittelussa huomioon otettavia asioita. Muistilista on tehty pääosin pohtimalla toteutunutta case-kohdetta ja kirjaamalla muistiin siinä esiintyneitä poikkeuksellisia tai muuten huomioon otettavia asioita. Muistilistaa tehtäessä olen peilannut case-kohteessa vastaan tulleita asioita muihin muutosrakentamisen kohteisiin tai suojelukohteisiin, joita olen urani aikana tehnyt. Näitä kohteita ovat mm. Turussa sijaitsevat Logomo, Valtion virastotalo, Chemicum ja Fortuna-kortteli; Helsingissä Wihuritalo sekä Vantaalla Witrak-tor.

Muistilista on jäsennelty alkamaan lähtötiedoista ja sen on tarkoitus edetä suunnittelun ja rakentamisen eri vaiheiden mukaan. Muistilistaa käytettäessä tulee huomioida, että jokainen kohde on oma yksilönsä, eikä listassa ole välttämättä huomioitu kaikkia kohteessa huomioon otettavia asioita. Lista on tarkoitettu lähinnä rakennesuunnittelijan avuksi. Listaa voidaan hyödyntää myös rakennuttamisessa, valvonnassa ja suunnittelutarjousta tehtäessä. Lista tarkoituksena on herättää käyttäjän huomio yleisesti korjausrakentamisessa esiintyviin asioihin, jotta ne tulisi otettua suunnittelussa huomioon.

Rakennesuunnittelun muistilista korjausrakentamiseen suojellussa rakennuksessa:

- Suunnittelua ja rakentamista ohjaavat kaavamääräykset ja ohjeet
 - Onko kohde suojeltu kaavassa, tai kohdellaanko sitä muuten suojeltuna rakennuksena?
 - Mikä on museokeskuksen kanta suunnitteluun ja toteutukseen?
 - Mihin rakennusosiin suojelu kohdistuu ja millä laajuudella?
 - Onko kaavassa muita rajoitteita suunnittelulle?
- Lähtötiedot ja niiden prosessointi, tarkkuus ja luotettavuus
 - Onko olemassa vanhoja suunnitelmia?
 - Rakennesuunnitelmat
 - Arkkitehtisuunnitelmat
 - Muut erikoissuunnitelmat
 - Vastaavatko vanhat suunnitelmat todellista tilannetta?
 - Punakynäpiirustukset
 - Rakennukseen tehdyt muutos-, korjaus- ja huoltotyöt
 - Onko rakennuksesta tehty historiaselvitys?
 - Mitataanko vanhat rakenteet laserkeilaamalla?
 - Tehdäänkö vanhoista rakenteista 3D-malli?
 - Onko pistepilvimalli suunnittelijoiden käytössä?
 - Mitataanko vanhat rakenteet muulla menetelmällä?
 - Onko mittausmenetelmä riittävän luotettava?

- Tehdäänkö vanhoista rakenteista 3D-malli?
- Onko kohteessa mahdollisuus tehdä rakenneavauksia?
 - Onko rakenneavaukset otettu kattavasti eri rakennetyypeistä ja eri rakennusosista tai rakennusvaiheista?
- Onko kohteesta tehty haitta-ainekartoitus (öljyt, PAH-yhdisteet, PCB, asbesti, VOC, radon yms.)?
 - Näkyvät rakennusmateriaalit
 - Piilossa olevat rakennusmateriaalit
- Ovatko haitta-aineet poistettavissa?
 - Jos haitta-aineet eivät ole poistettavissa, niin
 - Kapseloidaanko rakenteita?
 - Tehdäänkö rakenne rakentamalla päälle tiivis betonilaatta sekä tiivistämällä reuna-alueet, saumat ja läpiviennit?
 - Tehdäänkö tiivistys tiiviillä pinnoitteella, esim. epoksi tms.?
 - Tehdäänkö tiivistys tiiviillä kalvolla, esim. alumiinikalvo ja teippaus?
 - Onko tiivistys suoritettu rakenteen molemmille puolille? Koskee väliseiniä, palkkeja, pilareita ja välipohjia.
 - Pääsevätkö haitta-aineet sisäilmaan liittymien kautta esim. väliseinien liittymistä, ulkoseinän kautta, ikkuna/oviliittymistä tai tekniikkareiteistä?
 - Onko haitta-aineen mahdollista imeytyä välitilan lävitse kapseloivaan rakenteeseen, esim. öljy betoniin?
 - Tuuletetaanko rakenteita?
 - Onko toteutettu radon-putkistolla?
 - Onko toteutettu tuulettuvalla välitilalla?
 - Mistä otetaan korvausilma?
 - Onko rakenteessa koneellinen puhallin tehostamassa ilmanvaihtoa?
 - Pääseekö tuuletustilasta haitta-aineita sisäilmaan ilmanpaine-erojen vaikutuksesta?
 - Onko haitta-aineen mahdollista imeytyä välitilan lävitse yläpuoliseen rakenteeseen, esim. öljyt?
 - Onko haitta-aineilla piilossa sijaitsevia kulkeutumisreittejä rakenteissa?
 - Onko reitit suljettavissa?

- Onko syytä varmistaa haitta-aineiden kulkeutuminen huoneilmasta rakentamalla rakennusaikainen mittaushuone?
- Aiheuttavatko uudet materiaalit päästöjä, kuten VOC, radon?
 - Tuotteiden M1-luokitus
 - Reaktiot vanhojen rakennusmateriaalien kanssa
 - Reaktiot muiden uusien rakennusmateriaalien kanssa
 - Tarvitaanko erillinen tuuletusaika tiloille ennen käyttöönottoa?
 - Uudet täyttömaat
- Tilasuunnittelun haasteet
 - Onko kantavien ja liittyvien rakennusosien sijoittelussa huomioitu vanhat rakenteet?
 - Kerrokorkeudet
 - Seinät ja pilarit
 - Välipohjat
 - Talotekniikan läpiviennit
 - Tekniikkakuilut
 - Ovatko poistumistiet toteutettavissa?
 - Ovatko kulkureitit, esim. parkkihallin ajojärjestelyt toteutettavissa?
 - Onko muuntojoustavuus huomioitu rakenteissa?
 - Onko rakennustöiden mahdollinen vaiheistaminen huomioitu?
 - Ovatko eri kerrosten poikkeavat pohjaratkaisut ja huonekorkeudet huomioitu?
- Suojeltu rakennus
 - Onko huomioitu suojeltujen osien suojaaminen rakennusaikana?
 - Onko huomioitu rakennuksen muoto, mikäli suojeltu?
 - Mikä on purkutöiden vaikutus suojeltuun rakennusosaan?
 - Miten uudet rakenteet liittyvät suojeltuun rakennusosaan?
 - Miten tuleva käyttötarkoitus vaikuttaa suojellun rakennusosan säilyvyyteen?
 - Lämpötila
 - Kosteus
 - Pakkasrasitus
 - Auringon säteily
 - Ulkonäkö (valumat, härmät yms.)
 - Miten rakenneratkaisut ja pintakäsittelyt vaikuttavat rakennusosan käyttökään ja ulkonäköön?
 - Onko huomioitu suojeltujen rakennusosien huoltotoimenpiteet ja toimintaohjeet käyttäjille?
- Väestönsuojat
 - Liittyykö väestönsuoja vanhoihin rakennusosiin?

- Tehdäänkö väestönsuoja tai sen osa elementtirakenteisena?
- Onko huomioitu väestönsuojasta poistuminen onnettomuustilanteessa?
- Paloturvallisuus
 - Onko suunnitelmissa huomioitu RakMk E1 mukaiset osastoivien rakennusosien luokkavaatimukset?
 - Onko suunnitelmissa huomioitu RakMk E1 mukaiset kantavien rakenteiden luokkavaatimukset?
 - Onko suunnitelmissa huomioitu RakMk E1 mukaiset sisä-, ulko- ja tuuletusraon pintojen luokkavaatimukset?
 - Onko RakMk E1 mukaiset rakennuksen uloskäytävien vaatimukset huomioitu?
 - Onko huomioitu perustapauksesta poikkeavat vaatimukset rakenteille?
 - Varastot
 - Kellarikerrokset
 - Myymälät
 - Kokoonmistilat
 - Tuotantotilat
 - Onko palon leviäminen naapurirakennuksiin tai huoneistoihin estetty?
 - Onko tarpeen lisäsuojata vanhoja rakenteita?
 - Vanhojen rakenteiden palotilanteen kestävyys määrittäminen
 - Voidaanko vanha rakenne suojata vaatimusten mukaisesti?
 - Haetaanko palomääräyksiin poikkeuksia rakennussuojelullisista syistä, esim. sprinklaus?
- Energiamääräysten toteutus
 - Vanhojen rakenteiden lämmöneristävyys
 - Onko tarvetta parantaa?
 - Tuleeko kylmäsiltoja rakenteisiin?
 - Uusitaanko ikkunat ja ovet, jos uusitaan niin minkä tasoisina?
 - Onko tarvetta poiketa määräyksistä?
 - Aiheutuuko lisäeristämisestä haittaa vanhoille rakenteille?
 - Muuttaako lisäeristäminen tai rakenteiden tiivistäminen rakennuksen sisäilmastoa?
 - Noudatetaanko uusissa rakennusosissa rakennusmääräyksiä lämmöneristävyyden osalta?
- Asumisviihtyvyys ja ilmatiiveys
 - Ovatko vanhojen rakenteiden pintalämpötilat riittävät pakkaskaudella?
 - Syntyykö kondenssiriskiä?
 - Jäävätkö pinnat epämiellyttävän viileiksi?
 - Onko tarvetta tiivistää vanhoja rakenteita vedon tunteen estämiseksi?
 - Miten tiivistetään uudet rakenteet vanhaan rakenteeseen?
 - Ilmatiiveys
 - Onko tilan lämpötila kesällä liian korkea tai talvella liian matala?

- Tilojen ja rakenteiden kosteuden hallinta (vanhat ja uudet)
 - Onko ilman-/höyrynsulun laatu ja tarpeellisuus rakenteessa tutkittu?
 - Miten ilman-/höyrynsulku liitetään ympäröiviin rakenteisiin?
 - Mihin vanhaan rakenteeseen sitoutunut kosteus siirtyy?
 - Onko huomioitu uusien materiaalien riittävä kuivumisaika ennen pinnoitusta heikosti vesihöyryä läpäisevillä materiaaleilla?
 - Sitoutuuko vanhaan rakenteeseen myös jatkossa kosteutta esim. viistosateesta tai maaperästä?
 - Onko työnaikainen kosteudenhallinta hallinnassa?
 - Onko vanhan rakenteen sisältämän tai kuljettaman kosteuden vaikutus pinnoitukseen huomioitu?
 - Onko vanhoissa rakenteissa kondenssiriskiä aiheuttavia rakenteita?
 - Kylmiä betonirakenteita, kuten palkkeja, pilareita, seiniä tai laattoja
 - Jos on, niin missä kohdin rakennetta kondenssiriski syntyy?
 - Onko estettävissä?
 - Vaatiiko kondenssin estäminen poikkeuksen rakennussuojeluun tai rakennuslupaan?
 - Onko vaipan sisällä teräsrakenteita?
 - Onko eristämättömiä nurkkia?
 - Onko uusissa rakenteissa kondenssiriskiä aiheuttavia rakenteita?
- Ääni tiloissa
 - Täyttävätkö rakenteet äänieneristysvaatimukset esim. asuntojen välillä?
 - Täyttävätkö rakenteet äänieneristysvaatimukset ulkopuolista melua vastaan?
 - Onko yhteisten tilojen jälkikaiunta-aika huomioitu?
 - Onko toimistojen tai liiketilojen ääneneristävyys riittävä?
 - Neuvottelutilat
 - Puheluhuoneet
 - Yksityisyyden suoja
 - Onko oleskelutilojen vaimennus huomioitu, kuten jälkikaiunta-aika, tärykaiku?
 - Tarvitaanko tiloihin ääntä ohjaavia rakenteita; heijastuspinnat?
- Rakenteiden kestävyys
 - Vanhojen rakenteiden kestävyys uudessa käyttötarkoituksessa
 - Tuleeko rakenteita vahvistaa tai tukea?
 - Mihin uusien rakenteiden kuormat siirtyvät?
 - Perustusten kestävyys uudessa käyttötarkoituksessa
 - Tuleeko perustukset vahvistaa?
 - Häiritsevätkö uusien rakenteiden perustukset tai mahdolliset uudet kellarikerrokset vanhoja perustuksia?

- Miten siirretään uusien rakenteiden kuormat perustuksille?
 - Siirtävätkö uudet rakenteet kuormia vanhoille rakennusosille tai perustuksille?
 - Siirtävätkö uudet perustukset kuormia vanhoille perustuksille?
 - Miten rakennus jäykistetään työnaikana?
 - Onko säilytettävien rakennusosien stabiliteetti huomioitu?
 - Miten rakennus jäykistetään lopputilanteessa?
 - Purkutyöt
 - Onko rakennuksesta tehty purkusuunnitelma?
 - Onko purkusuunnitelma hyväksytetty hankkeen eri osapuolilla: pää- ja purku-urakoitsijalla, työturvallisuuskoordinaattorilla, pääsuunnittelijalla ja päärakennesuunnittelijalla?
 - Onko haitta-aineet huomioitu suunnitelmassa?
 - Onko työjärjestys rakenteiden stabiliteetin suhteen kunnossa?
 - Mitkä rakenteet tarvitsevat työnaikaisen tuennan?
 - Mitkä rakenteet tulee vahvistaa purkutöiden seurauksena?
 - Onko purkutöistä vaaraa ympäristölle?
 - Rakennesuunnittelijan ohjeet purkutöiden toteutukseen
 - Rakennesuunnittelijan ohjeet jätteiden jatkokäsittelyyn
 - Tietomallinnus
 - Onko mahdollista tehdä kohteesta tietomalli?
 - Onko mallista hyötyä kohteessa?
 - Onko huomioitu riskit mikäli mallia ei tehdä?
 - Onko huomioitu mallinnuksen aiheuttama työmäärän lisäys?
 - Onko kohteesta olemassa riittävästi luotettavaa lähtötietoa mallin rakentamiseksi?
 - Ovatko kaikki hankkeen osapuolet sitoutuneet mallin käyttöön?
 - Riittääkö oma osaaminen tietomallin käyttämiseen?
 - Rakennusosien elementointi ja elementtien asennus
 - Mitkä osat rakenteista on muutettavissa elementeiksi?
 - Miten elementit liitetään vanhoihin säilytettäviin rakenteisiin
 - Onko elementtien yhteensovitus vanhan rungon kanssa varmistettu?
 - Onko elementtien asennus mahdollista?
 - Onko jokin elementti liian suuri tai painava?
 - Muutetaanko elementtien jakoa?
 - Löytyykö vaihtoehtoja nostotapaa?
 - Voiko elementin nostotapaa tai asennusreittiä muuttaa?
 - Onko elementtien paikalleen asennus mahdollinen?
 - Onko mahdollista vaihtaa asennustapaa?
 - Onko olemassa vaihtoehtoja asennusreittiä?

- Onko liitosdetalji mahdollinen toteuttaa?
- Ovatko elementtien asennustoleranssit riittäviä?
- Rakennustöiden turvallisuus
 - Onko purkutyösuunnitelmat hyväksytetty rakennesuunnittelijalla?
 - Onko suunnitelmissa huomioitu rakennusaikaiset putoamissuojaukset?
 - Valjaiden tai kaiteiden kiinnityspisteet
 - Onko HAVAT-lomake (rakennushankkeen vaarojen tunnistaminen analyysilomake) täytettynä rakennesuunnittelun osalta?
 - Onko turvallisuuskoordinaattorille toimitettu kaikki tarpeellinen tieto rakennusaikaiseen turvallisuuteen liittyen?
- Aikataulu
 - Onko kohteesta tehty suunnitteluajataulu, jossa jaettuna suunnittelutyöt selkeisiin vaiheisiin?
 - Onko suunnitteluajataulu kiireinen?
 - Onko kriittisiin vaiheisiin saatavissa apuvoimia?
 - Onko varauduttu työmaan vaiheistukseen?
 - Onko varauduttu työmaan mahdolliseen viivästymiseen?
 - Onko varauduttu suunnitelmien muuttumiseen rakentamisen aikana?
- Yhteistyö osapuolten välillä
 - Onko suunnittelupalavereja riittävän usein?
 - Voiko eri suunnittelijoiden välistä yhteistyötä parantaa?
 - Yhteistyö rakennesuunnitteluun osallistuvien kesken
 - Yhteistyö muiden erikoissuunnittelijoiden kanssa
 - Miten työmaan ja suunnittelijoiden välinen yhteistyö hoidetaan?
 - Kokoukset ja palaverit
 - Työmaakäynnit
 - Työmaakierrokset
 - Onko suunnitteluajataulujen ja työn toteutuksen yhteensovittaminen tehty?
 - Onko laadunvarmistus kunnossa?
 - Onko suunnitelmien ristiintarkastelut tehtynä?
 - Onko annettu ohjeet työmaan laadunvalvontaan rakennesuunnittelijan osalta?
- Loppudokumentit
 - Millaisia loppudokumentteja tarvitaan?
 - Onko käytössä projektipankki?
 - Onko kohteella jokin laatusertifikaatti tai erikoisvaatimuksia loppudokumenteille?
 - Onko työnsuorituksen aiheuttamat muutokset viety suunnitelmiin?
 - Onko huoltokirjan asiat hoidettu kuntoon?

5. YHTEENVETO

Tutkimus tehtiin case-tutkimuksena Wärtsilän vanhaan tehdashallin sisään tehtävästä uudesta asuin- ja toimistorakennuksesta. Työssä tarkastellaan siis käyttötarkoituksen muutoksen mukana tuomia asioita suojellussa rakennuksessa case-kohteen avulla esitettynä. Tutkimuksen tulokset eivät ole suoraan sovellettavissa muihin kohteisiin, mutta sen on tarkoitus toimia pohjana suojellun rakennuksen rakennesuunnittelulle.

5.1 Päätelmät ja havainnot

Suojellun rakennuksen käyttötarkoituksen muutokselle ja muille korjaustoimenpiteille annetaan reunaehdoja kaavoituksen avulla. Case-kohteen sijaitessa asemakaava-alueella, on kaavaan lisätty kaavoitusvaiheessa suojelua tarkentava tekstiosio. Työskenneltäessä suojellun rakennuksen parissa tulee museokeskus kaikkiin suojeltuja osia koskeviin päätöksiin ja keskusteluihin mukaan. Heidän tehtävä on ohjata tehtäviä suunnitteluratkaisuja ja kohteen toteutusta siten, että kohteen suojellulliset arvot toteutuvat. Rakennesuunnittelijalle tämä tarkoittaa lähinnä rakenteiden pitkäaikaiskestävyyden huomioon ottamista suojeltuun osaan koskettaessa tai liityttäessä. Rakennesuunnittelijalta tämä vaatii erilaisia rakennusfysiikan tarkastelujen tekemistä kohteesta.

Yksi suurimmista haasteista on kerätä riittävät lähtötiedot kohteelle. Lähtötietoihin kuuluvat vanhat suunnitelmat, kohteen historiikit, käyttäjien haastattelut, valokuvat (sekä vanhat että uudet) sekä mittaukset ja rakenneavaukset. Lähtötietojen kerääminen on erityäin tärkeää ja jopa välttämätöntä, jotta kohteen suunnittelu voidaan aloittaa. Case-kohteessa, kuten monessa muussakin kohteessa, tulee lähtötietoihin suhtautua riittävän kriittisesti - toteutus on saattanut poiketa täysin suunnitellusta tai mittaaaja ei ole osannut mitata kaikkea oikein tai verrata dataa todellisuuteen. Usein esimerkiksi kevyen seinän sisällä olevat kantavat pilarit jäävät huomioimatta. Nämä jäävät kaikki rakennesuunnittelijan selvitettäväksi. Rakennesuunnittelijan siis pitäisi osata itse miettiä milloin vanha rakenne tarvitsee tukirakenteita ja milloin ei.

Rakennesuunnittelun eteneminen suojellussa kohteessa ei välttämättä noudata tavanomaista kaavaa. Vanhojen säilytettävien rakenteiden liittämiset ja käytännön rakentamisen asettamat vaatimukset saattavat aiheuttaa sen, että asioita tehdäänkin eri järjestyksessä kuin tavallisesti. Case-kohteessa esimerkiksi yksi teräsristikko jätettiin laatan valun sisään ja purettiin laatan ympäriltä vasta betonin saavutettua riittävän lujuuden. Lisäksi töitä joudutaan usein rajaamaan pieniin osiin tai vaiheistamaan muuten työvaiheita.

Purkutyöt ovat suojellussa rakennuksessa suuri haaste, varsinkin tehtäessä käyttötarkoituksen muutosta, sillä silloin joudutaan yleensä purkamaan merkittäviä osia vanhoista ra-

kenteistä. Purkutyöt tulee suunnitella huolella ja miettiä niiden vaikutukset jäljelle jääville vanhoille rakenteille. Säilytettäviä rakenteita voidaan vaurioittaa merkittävästi, mikäli purkutöitä ei suunnitella ja toteuteta huolella. Purkutöissä on aina tutkittava mahdolliset haitta-aineet rakenteista. Purettavat haitta-aineet eivät yleensä ole kovinkaan suuri ongelma rakennesuunnittelijalle, mutta säilytettävien rakenteiden sisälle jäävät ovat. Haitta-ainetta saattaa imeytyä sitä ympäröiviin rakenteisiin tai ne voivat haihtua yhdisteinä tai kaasuna sisäilmaan. Haitta-aineiden tutkijan tulee aina olla asiansa osaava ammattilainen. Korjauskohteissa tulee aina yllätyksiä vastaan, varsinkin piilossa olevien rakenteiden osalta, riippumatta siitä kuinka huolellisia tutkimuksissa ja suunnittelussa ollaan. Case-kohteessa suurimman ongelman muodostivat erilaiset voiteluöljyt ja hiilivedyt, jotka olivat imeytyneet varsinkin alapohjarakenteeseen. Alapohjaan rakennettiin uusi tiivis teräsbetoninen pintalaatta ja sen alle asennettiin vähintään 200 mm salaojasoraa sekä radonputkisto poistamaan mahdolliset höyryt ja kaasut laatan alta. Laatan tiiveys varmistettiin tekemällä siitä saumaton laatta, viemällä kutistumavoimat hallitusti liikuntasaumoihin ja tiivistämällä kaikki liittymät kumibitumisin radonkermein laatan alapuolelta.

Aina kun vanhan rakennuksen kantavaan runkoon kosketaan, tulee vanhoista rakenteista tehdä riittävät rakenteelliset kantavuustarkastelut. Tarkasteltaviksi tulee koko rakennuksen jäykistäminen sekä yksittäisten rakennusosien stabiliteetti sekä työmaa-aikana että lopputilanteessa. Case-kohteessa vanhojen osien stabiliteetit tarkistettiin rakentamisen aikaisille kuormille sekä lopputilanteen kuormille. Runkojärjestelmä ja tehdyt rakenneratkaisut pyrittiin tekemään kohteessa siten, että lopputilanteessa uudet rakenteet tukisivat kaikki vanhat rakenteet niin hyvin, ettei niitä tarvitse enää vahvistaa tai tukea. Vanhojen perustusten kestävyys on yksi tärkeimmistä asioista, jotka tulee tarkastella. Case-kohteessa vanhojen perustusten kuormaa joko kevennettiin tai niille tehtiin perustusten vahvistus uusilla teräspaaluilla. Myös säilytettävien rakenteiden pitkäaikaiskestävyys ja tuleva käyttöikäarvio on syytä tehdä tässä kohdin.

Yksi keskeisimpiä haasteita muutettaessa rakennuksen käyttötarkoitusta ovat palomääräysten tuomat muutokset kantavien ja osastoivien rakennusosien palonkestävyyteen. Muutoksia tulee niin poistumisteiden järjestämisestä, palokuorman muutoksista kuin henkilömäärän tai toimintojen muutoksista. Palotarkastaja tulisi ottaa hankkeeseen mukaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Samoin on suositeltavaa käyttää erillisiä palokonsultteja, jotka tuntevat kaikki palomääräykset ja niiden soveltamisen rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksessa. Case-kohteessa jouduttiin purkamaan mm. vanhoja muuten käyttökelpoisia kattoristikoida, sillä niitä ei saatu kestämaan uuden käyttötarkoituksen palovaatimuksia. Erikoiskohdissa, kuten irtaimistovarastot, piti myös sen yläpuolista laattaa ja palkistoa lisäsuojata tulipaloa vastaan kasvattamalla niiden suojabetonipaksuutta. Palokatkot ovat myös varsin usein haastavia toteuttaa vanhojen rakenteiden lävitse ja toisaalta vanhat palo-osastojen läpiviennit täyttävät vain harvoin nykyvaatimukset pa-

lonkeudesta ja tiiveydestä. Sprinklauksella voidaan parantaa monesti kohteen paloturvallisuutta, kun muutetaan rakennuksen käyttötarkoitusta. Varsinkin suojelluissa rakennuksissa se saattaa olla palokuorman pienentämisen rinnalla ainoa vaihtoehto toteuttaa vaadittu paloturvallisuus kohteessa.

Asumisturvallisuuteen liittyy oleellisesti myös väestönsuojien rakentaminen. Case-kohteessa ne rakennettiin rakennuksen sisään, mutta useasti suojelluissa rakennuksissa ne joudutaan käytännössä rakentamaan rakennuksen ulkopuolelle.

Asumisterveys ja -viihtyvyys ovat käyttötarkoituksen muutoksessa myöskin sellainen asia, joka saattaa olla hyvinkin hankala toteuttaa ja joka epäonnistuessaan aiheuttaa kalliita ja kauaskantoisia seuraamuksia. Suojellussa rakennuksessa saattaa suojeltujen rakennusosien osalta olla hyvinkin haastavaa löytää sellainen ratkaisu, jolla saadaan hyvä ja terveellinen lopputulos. Case-kohteessa julkisivun teräsbetonipilarit ja –palkit aiheuttivat tällaisia ongelmia. Tehdyn pintalämpötilalaskelman mukaan varsinkin nurkkapilareissa ja osassa palkkeja ovat rakenteiden pintalämpötilat pakkaskaudella varsin matalat. Näissä kohdin kosteuden kondensoituminen rakenteen pintaan oli erittäin todennäköistä. Kyseinen rakenne oli betonirakenteen ulkopuolella suojaamatonta tiiltä, joka imee sadeveden kosteuden itseensä. Jotta rakenne pääsee jatkossakin kuivumaan sisälle päin, käytettiin ratkaisuna ohutta 30 mm paksuista kalsiumsilikaattilevyä ja tasoitetta sekä mahdollisimman vesihöyryavointa pinnoitetta. Tällaiset kohdat on varsin hankala toteuttaa, sillä pintalämpötila nousee kun eristepaksuutta lisätään, mutta samalla vanhat suojeltavat rakenteet ovat entistä kylmemmässä ja altistuvat entistä ankarammin säärasituksille. Ratkaisut ovat siis varsin usein kompromisseja, jossa pyritään saamaan rakenteesta mahdollisimman viihtyisä ja turvallinen, mutta kuitenkin kestävä.

Nykyisten lämmöneristysvaatimusten täyttyminen ei ole korjauskohteissa useinkaan mahdollista ja vielä vähemmän se on mahdollista silloin kun kohde on suojeltu vaipaltaan tai sen osalta. Myös äänieristyksen saavuttaminen vanhojen rakenteiden osalta voi olla haasteellista. Usein kohteisiin palkataankin erillinen akustiikkakonsultti hoitamaan ongelmallisten kohtien akustiset ratkaisut. Rakennesuunnittelijalta vaaditaan kuitenkin riittävä osaaminen akustiikasta, jotta tarvittavat ratkaisut ja tarkastelut osataan viedä myös detaljiirustusten tasolle.

Vanhojen rakenteiden kautta saattaa välittyä sisäilmaan erilaisia haitta-aineita tai kapillaarista kosteutta. Nämä tulee huomioida rakennesuunnittelussa poistamalla niiden lähteet rakenteista, tuulettamalla rakenne tai tukkimalla niiden kulkureitit sisäilmaan kapealoimalla, koteloimalla tai tiivistämällä.

Yhteistyö ja kommunikointi voi olla todella haastavaa, mutta se on kohteen onnistumisen kannalta kriittisen tärkeää. Mikäli yhteistyö ja kommunikointi eivät pelaa, voi työskentelestä tulla hyvin hankalaa. Mitä enemmän on osapuolia, sitä haastavampaa on sujuva kommunikointi. Case-kohteessa eri osapuolten välisen kommunikaation apuvälineenä oli

projektipankki, mutta sen lisäksi suunnittelijat lähettivät useasti tiedostot vielä sähköpostilla varmistuakseen niiden huomioimisesta. Aina projektipankki ei tavoittanut suunnittelijoita muutoksista ja näin ollen muilla suunnittelijoilla olikin käytössä vanhat suunnitelmat. Suunnittelijoiden välinen yhteistyö sujui piirustuksiin tehtyjen muutoksia ja reikiä lukuun ottamatta hyvin. Näissä molemmissa sattui työskenneltäessä pieniä asioita, joita ei ristiintarkastelussa huomattu. Lisäksi reikäkuvien kierto kesti liian kauan. Näissä kohdin olisi tietomalli auttanut asioiden huomaamisen.

Työmaan ja rakennesuunnittelijan välinen yhteistyö ja kommunikointi on myös oltava saumatonta. Korjausrakennustyömaalla tulee vastaan asioita, joihin ei ole osattu varautua. Näihin on yleensä löydettävä ratkaisu pikaisesti. Case-kohteessa oli pieniä kommunikaatio-ongelmia lähinnä puheluissa, silloin kun ei ollut käyty paikan päällä varmistamassa tilanne. Nämä kuitenkin olivat pieniä asioita ja ne huomattiin aina ajoissa jolloin asia saatiin korjattua ilman suurempaa ongelmaa.

Rakennesuunnittelijoiden keskinäinen kommunikointi saattaa olla katkonaista ja toisaalta myös henkilökemiat vaikuttavat yhteistyöhön merkittävästi. Mikäli kohdetta suunnittelee useampi eri toimisto, voi rajakohtien suunnittelun sovittaminen olla näkemyserojen vuoksi hankalaa. Suunnittelijoiden välillä saattaa tulla myös nokittelua tai vähättelyä, varsinkin silloin kun joudutaan puuttumaan toisen suunnitelmien sisältöön tai laajuuteen. Toimiston sisäiseen kommunikaatioon on hyvä käyttää apuvälineitä, kuten sovittujen asioiden kirjaamista kaikille näkyvään yhteiseen muistioon. Keskustelua on hyvä käydä kaikista esiin tulleista asioista sekä antaa säännöllisesti palautetta oli se sitten positiivista tai negatiivista.

Rakennesuunnittelija tekee omaa laadunvarmistamista määrittämällä vaadittavan laatutason suunnitelmiinsa ja huomioimalla mahdollisimman hyvin työn toteutuksen. Suunnittelijan on syytä tehdä säännöllisesti kierroksia työmaalla, jotta voi havainnoida mahdolliset puutteet tai lisäselvitystä vaativat kohdat.

Suunnitelmien sekä käytettyjen aineiden ja menetelmien dokumentointi on suojellussa rakennuksessa äärimmäisen tärkeää, sillä niitä tarvitaan tehtäessä jatkossa muutoksia, korjauksia tai huoltotoimenpiteitä rakenteisiin. Loppudokumentit tulisi toimittaa sekä sähköisenä että paperisina. Huoltokirja on tärkeä loppudokumentti, johon tulee merkitä huolellisesti suojeltujen rakennusosien erityisvaatimukset, kuten sopivat pinnoitteet ja niiden huolto-, korjaus- ja käyttöohjeet.

Case-kohde oli varsin laaja ja monipuolinen rakennushanke, joten se toimi hyvänä pohjana muistilistan tekemiselle. Kohteesta saatiin kerättyä paljon tietoa suojellun rakennuksen rakennesuunnittelun ongelmista, työmenetelmistä ja ratkaisuista. Muistilistassa huomioitiin myös käyttötarkoituksen muutoksen mukanaan tuomat asiat. Lista on tarkoitettu lähinnä rakennesuunnittelijan avuksi. Listan tarkoituksena on herättää huomio yleisesti suojellun rakennuksen korjausrakentamisessa esiintyviin asioihin, jotta ne otettaisiin

suunnittelussa huomioon. Muistilista etenee lähtötiedoista aina projektin kulun mukaisesti.

5.2 Jatkokehityksen tarve

Jatkokehityksenä olisi mielestäni syytä kerätä useista vastaavista kohteista tietoa ja täydentää tämän case-tutkimuksen avulla tehtyjä havaintoja ja sen kautta myös muistilistaa. Muistilistasta voisi myös kehittää esimerkiksi excel-tilin, jossa olisi esitetty tärkeimmät kysymykset ja niihin olisi liitetty ns. kuittausruudut sekä avoimet tarkennuskohdat. Vielä parempi olisi ohjelma, joka esittää pääkysymyksen ja sen vastauksen mukaisesti tarpeelliset lisäkysymykset. Lisäksi suojelluista rakennuksista voisi tehdä oman taloudellisen riskikartan, jolla voitaisiin huomioida helposti riskipaikat jo suunnittelutarjousta tai -sopimusta tehtäessä.

Muistilistaa voisi jatkossa kehittää laajentamalla sitä koskemaan myös muita korjausrakentamisen osa-alueita esim. seuraavasti:

1. Korjausrakentaminen, pienehköt korjaukset suojelluissa rakennuksissa
2. Korjausrakentaminen, peruskorjaus suojelluissa rakennuksissa
3. Korjausrakentaminen, käyttötarkoituksen muutos suojelluissa rakennuksissa

LÄHTEET

- [1] Buildingphysics.com, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 14.11.2016):
<http://www.buildingphysics.com/bbp.htm>
- [2] Crichton-Vulcan, Konepajan laajennus. Rakennepiirustus 3459. 1958.
- [3] Eurokoodi Help Desk, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 9.11.2016):
<http://www.eurocodes.fi/>
- [4] Google maps street view, internet-sivut. Heinäkuu 2014. Saatavissa (viitattu 7.1.2017):
<https://www.google.fi/maps/@60.4373628,22.2388184,3a,28.9y,103.64h,98.66t/data=!3m6!1e1!3m4!1s1Vx2NuvPq1B0jBjk7bZ4rQ!2e0!7i13312!8i6656>
- [5] Hagentoft Carl-Eric prof., Introduction to Building Physics. Studentlitteratur. 2001.
- [6] Hakkarainen Tuukka. Sweco Rakennetekniikka Oy. Pinalämpötilalaskelman tulokset. 2014.
- [7] Haroma Renni ja Rinne Antti. Asemapiirros ARK 0416-002-1. Arkkitehtitoimisto Haroma & Partners Oy. 2015.
- [8] Haroma Renni ja Rinne Antti. Asemapiirros ARK 0416-102-1 A. . Arkkitehtitoimisto Haroma & Partners Oy. 2016.
- [9] Hartikainen Petri et al. Homevaurioituneen rakennusmateriaalin puhdistusohje rakenneosille, joita ei voi poistaa. Kosteus- ja hometalkoot. 2013. Saatavissa (viitattu 22.11.2016): <http://www.hometalkoot.fi/file/15838.pdf>
- [10] Junnonen Juha-Matti, TkL. Rakennushankkeen laadunvarmistus. Artikkel. Rakennustieto Oy. Rakennuttaminen. Saatavissa (viitattu 15.11.2016):
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020202.pdf>
- [11] Jyväskylän yliopisto, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 21.11.2016):
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus>
- [12] Jyväskylän yliopisto, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 21.11.2016):
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/maarallinen-tutkimus>
- [13] Kaste Markku ja Konttinen Mauno. Laadunvarmistus. Artikkel, Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim 1/1995. 1995. Saatavissa (viitattu 22.11.2016):

http://duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p_p_id=Article_WAR_DL6_Article-portlet&viewType=viewArticle&tunnus=duo50011&_dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku_p_auth=

- [14] Kivilaakso Aura. Rakennusperintö suojelun kohteena. Suomen rakennustaiteen museo. 2010. Saatavissa (viitattu 18.10.2016): <http://www.mfa.fi/files/mfa/Rakennussuojelu/Rakennussuojelu.pdf>
- [15] Komulainen Jarno et al. Haitalliset aineet rakennuksissa ja niiden hallinta. Rakentajain kalenteri 2011. Rakennustieto Oy. 2011. Saatavissa (viitattu 21.11.2016): <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110305.pdf>
- [16] Koski Jarkko. Laserkeilaus – uusi ulottuvuus paikkatiedon keräämiseen. Artikkel. Maankäyttö 4/2001. 2001. Saatavissa (viitattu 7.11.2016): http://www.maankaytto.fi/arkisto/mk401/mk401_273_koski.pdf
- [17] Laki rakennusperinnön suojelemisesta 498/2010. 2010. Saatavissa (viitattu 18.10.2016): <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100498>
- [18] Laurila Pasi. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. Rovaniemen ammattikorkeakoulu. 2012. Saatavissa (viitattu 20.11.2016): http://ka.ramk.fi/eJulkaisut/D3_Mittaus%20ja%20kartoitustekniikan%20perusteet/RAMK_D3_lowress.pdf
- [19] Lepistö Jani et al. Käytännöt pilaantuneiden maiden kenttätutkimuksissa. Ympäristöopas 2014. Suomen ympäristökeskus. 2014. Saatavissa (viitattu 21.11.2016): https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42681/YO_2014.pdf?sequence=1
- [20] Loft Tehdas, internet-sivut. 2014. Saatavissa (viitattu 26.10.2016): <http://www.loft-tehdas.fi>.
- [21] Maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999. 1999. Saatavissa (viitattu 15.11.2016): <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L1P16>
- [22] Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. 1999. Saatavissa (viitattu 18.10.2016): <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L1P16>
- [23] Metsäkeskus, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 18.11.2016): <http://www.metsakeskus.fi/muinaismuistot#.WC9XbfmLRhE>
- [24] Museovirasto, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 21.12.2016): <http://www.nba.fi/fi/tietopalvelut/arkistot>

- [25] Pelastuslaki 379/2011. 2011. Saatavissa (viitattu 9.11.2016): <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110379#L3P17>
- [26] Pentti Matti. Betonijulkisivut ja parvekkeet. Julkisivujen korjausopas. Julkisivuyhdistys ry. 1997. Saatavissa (viitattu 21.11.2016): <http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari2/images/stories/File/JulkkariOpas/julksivuopas.pdf>
- [27] Rakennustietosäätiö Oy, Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK12. RT 10-11128. 2013.
- [28] Rakennustietosäätiö Oy. Ratu 1221-S. Purkutöiden suunnittelu. Purkusuunnitelma ja purkutöiden tehtäväsuunnittelu. 2009.
- [29] Rakennustietosäätiö Oy. Ratu 82-0381. Kivihiilipikeä sisältävien rakenteiden purku. Osastointimenetelmä. 2011.
- [30] Rakennustietosäätiö RTS sr. Ratu KI-6027. Rakennushankkeen työturvallisuus. 2015.
- [31] Rakennustietosäätiö RTS sr. Ratu KI-6029. Rakennustöiden laatu RTL 2017. 2016.
- [32] Rakennustietosäätiö Oy, Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus. RT 10-11067. 2012.
- [33] RT Rakennusteollisuus ry. Yhteistyöllä onnistunut rakennushanke –projektin kehitysseminaari esittää: Heti rakennusprojektin aluksi laaja asiantuntijajoukko koolle. Tiedote 13.1.2014. Saatavissa (viitattu 16.11.2016): <https://www.rakennusteollisuus.fi/Ajankohtaista/Tiedotteet1/2014/Yhteistyolla-onnistunut-rakennushanke--projektin-kehitysseminaari-esittaa/>
- [34] Saaranen-Kauppinen & Puusniekka. 5.5 Tapaustutkimus. Kvalitatiivisten tutkimusmenetelmien verkko-oppikirja KvaliMOTV. Menetelmäopetuksen tietovaranto. Saatavissa (viitattu 17.11.2016): http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L5_5.html
- [35] Sahlberg Marja. Talon tarinat – rakennushistorian selvitysopas. Museovirasto, rakennushistorian osasto. 2010. Saatavissa (viitattu 14.11.2016): <http://www.nba.fi/fi/File/1112/talon-tarinat-opas.pdf>
- [36] Salmela Ulla et al. Kohti kestävää kulttuuriperintötyötä. Museovirasto. Saatavissa (viitattu 18.11.2016): <http://www.nba.fi/fi/File/2560/kohti-kestavaa-kulttuuriperintotyota.pdf>

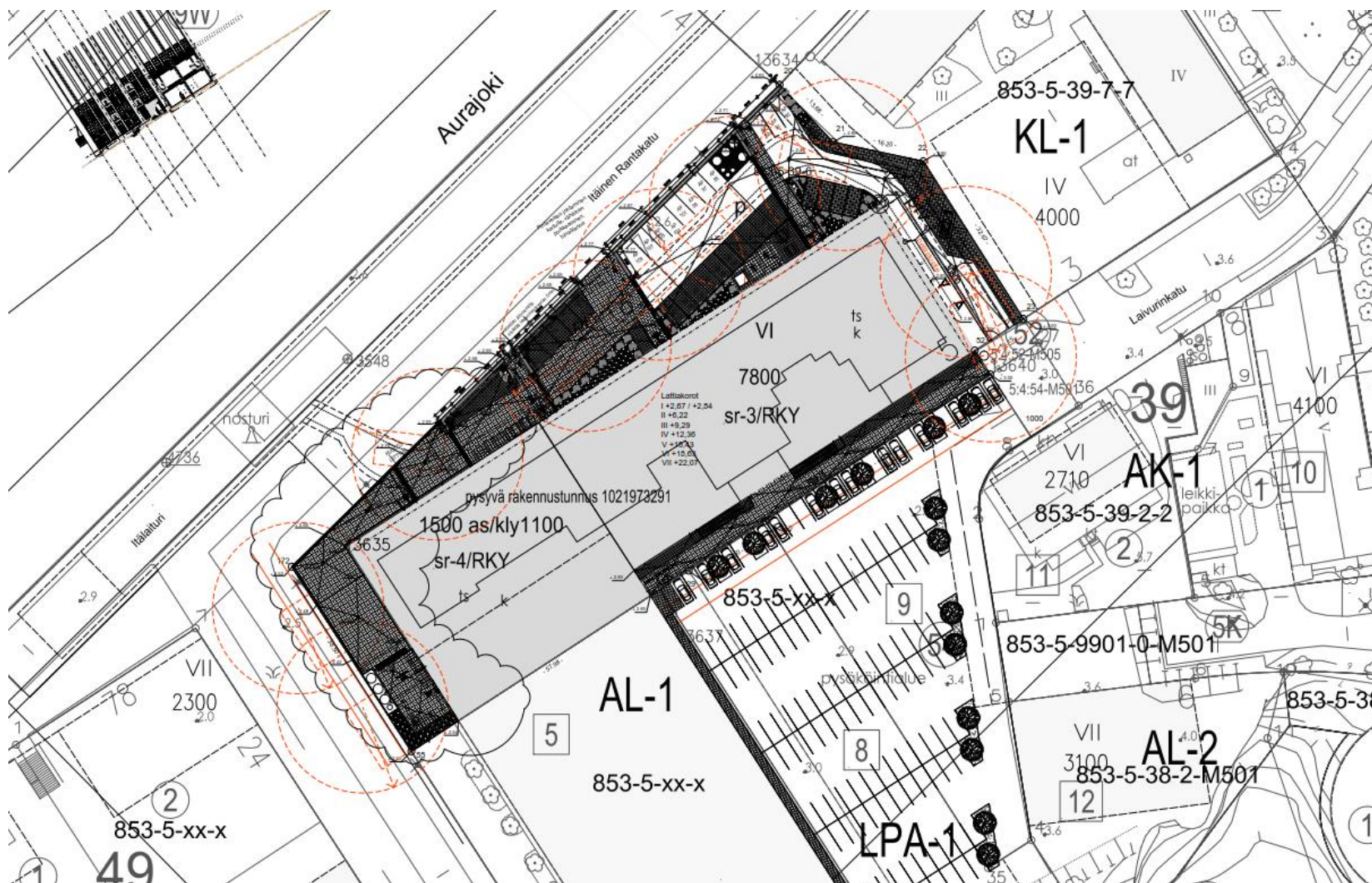
- [37] Schöck. Rakennusfysiikan käsikirja. 2015. Saatavissa (viitattu 21.11.2016): <http://www.schoeck.fi/upload/files/download/Kylmaesilta-opas%5B6079%5D.pdf>
- [38] Sisäilmayhdistys ry, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 22.11.2016): <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Perustietoa>
- [39] Sisäilmayhdistys ry, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 7.11.2016): <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Rakennustekniset-tutkimukset/Rakenteiden-avaukset>
- [40] Sisäilmayhdistys ry, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 7.11.2016): <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Muut-sisailmatutkimukset/Kemialliset-tutkimukset>
- [41] Sisäilmayhdistys ry, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 7.11.2016): <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Mikrobi-tutkimukset/Naytteenotto>
- [42] SokoPro, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 21.11.2016): <http://www.sokopro.com/esittely/>
- [43] Sosiaali- ja terveysministeriö. Asumisterveysohje. 2003. Saatavissa (viitattu 7.11.2016): http://www.finlex.fi/pdf/normit/14951-asumisterveysohje_pdf.pdf
- [44] Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista, 23.4.2015. Saatavissa (viitattu 12.10.2016): <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545>
- [45] Sosiaali- ja terveysministeriön päätös asuntojen huoneilman radonpitoisuuden enimmäisarvoista 944/1992. 21.10.1992. Saatavissa (viitattu 14.11.2016): <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920944>
- [46] Suomen palokatkoyhdistys ry. Osastoivat läpiviennit ja –saumaukset. Palokatko-opas 2007. 2007. Saatavissa (viitattu 21.11.2016): https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2015/041115_osastoivat-lapi-viennit-ja-saumaukset.pdf
- [47] Suomen perustuslaki 731/1999. 1999. Saatavissa (viitattu 12.10.2016): <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990731>
- [48] Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL 201-1-2011. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. 2011.

- [49] Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL 216-2013 Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta. 2013.
- [50] Suomen rakentamismääräyskokoelma osa B. Rakenteiden lujuus B1-B10. Saatavissa (viitattu 9.11.2016): http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Kumotut_rakentamismaaraykset
- [51] Suomen rakentamismääräyskokoelma osa B4. Betonirakenteet. Määräykset ja ohjeet 2005. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. 15.2.2004. Saatavissa (viitattu 14.11.2016): <http://www.finlex.fi/data/normit/28237-B4Betoni.pdf>
- [52] Suomen rakentamismääräyskokoelma osa B5. Kevytbetoniharkkorakenteet. Määräykset ja ohjeet 2007. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. 25.5.2007. Saatavissa (viitattu 14.11.2016): http://www.finlex.fi/data/normit/29917-B5_Kevytbe_150807.pdf
- [53] Suomen rakentamismääräyskokoelma osa B7. Teräsrakenteet. Määräykset ja ohjeet 1996. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. 10.6.1996. Saatavissa (viitattu 14.11.2016): <http://www.finlex.fi/data/normit/1929-b7.pdf>
- [54] Suomen rakentamismääräyskokoelma osa B8. Muuratut rakenteet. Määräykset ja ohjeet 1989. Ympäristöministeriö. 28.10.1988. Saatavissa (viitattu 14.11.2016): <http://www.ym.fi/download/noname/%7BF3B9BA0F-B44C-4277-A1AE-7F0ADC3A8089%7D/100531>
- [55] Suomen rakentamismääräyskokoelma osa B8. Muuratut rakenteet. Määräykset ja ohjeet 2007. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. 25.5.2007. Saatavissa (viitattu 14.11.2016): http://www.finlex.fi/data/normit/29521-B8_Tiilirakenteet_270907.pdf
- [56] Suomen rakentamismääräyskokoelma osa B10. Puurakenteet. Määräykset ja ohjeet 2001. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. 6.10.2000. Saatavissa (viitattu 14.11.2016): <http://www.finlex.fi/data/normit/6363-B10.pdf>
- [57] Suomen rakentamismääräyskokoelma osa C1. Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksissa. Määräykset ja ohjeet 1998. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. 4.6.1998. Saatavissa (viitattu 14.11.2016): <http://www.finlex.fi/data/normit/1917-c1.pdf>
- [58] Suomen rakentamismääräyskokoelma osa C2. Kosteus. Määräykset ja ohjeet 1998. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. 9.9.1998. Saatavissa (viitattu 14.11.2016): <http://www.finlex.fi/data/normit/1918-c2.pdf>

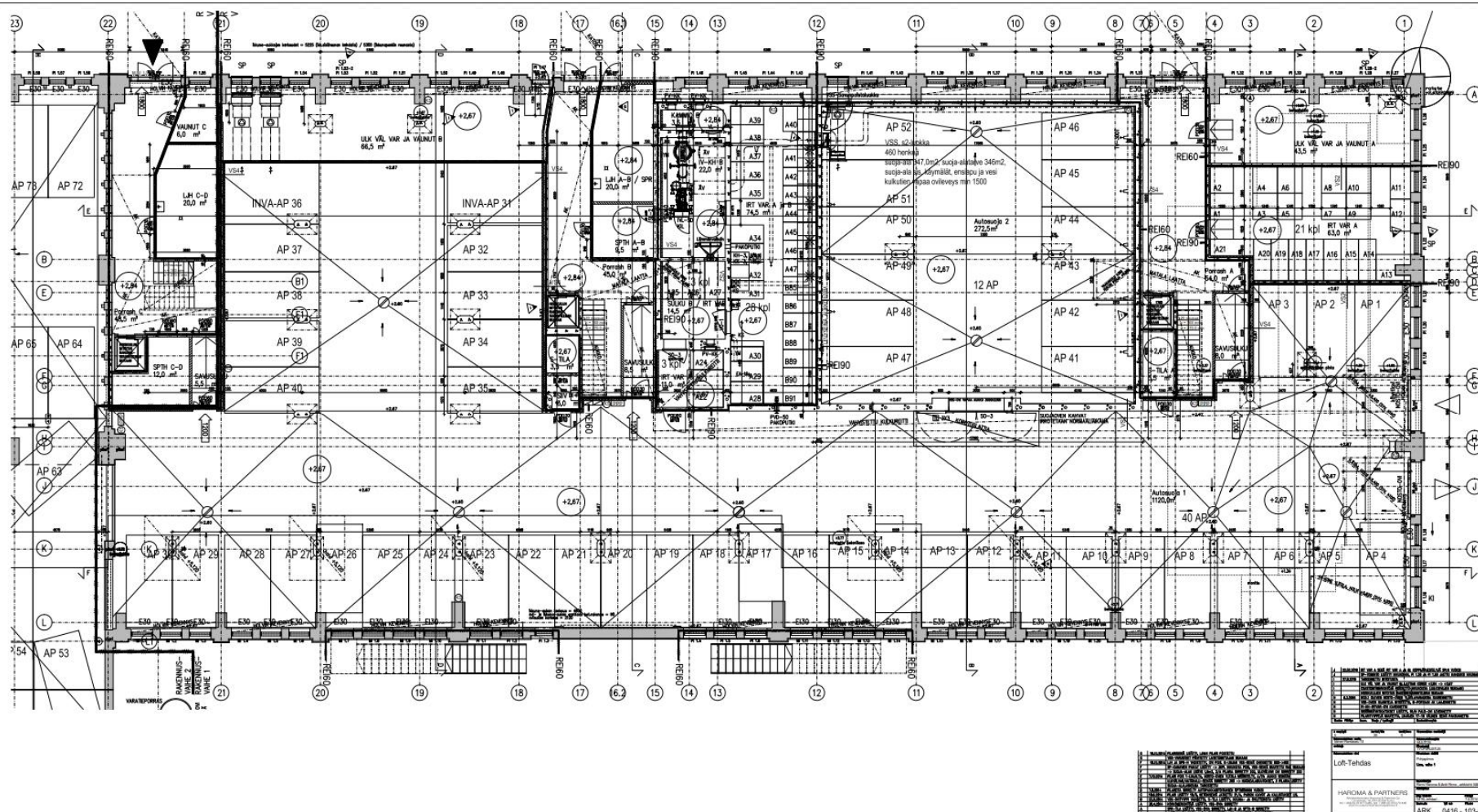
- [59] Suomen rakentamismääräyskokoelma osa C4. Lämmöneristys. Ohjeet 2003. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. 30.10.2002. Saatavissa (viitattu 14.11.2016): <http://www.finlex.fi/data/normit/1931-C4s.pdf>
- [60] Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. 30.3.2011. Saatavissa (viitattu 14.11.2016): http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf
- [61] Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D3. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012 Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. 30.3.2011. Saatavissa (viitattu 14.11.2016): http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf
- [62] Suomen rakentamismääräyskokoelma osa E1. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet. 2011. Saatavissa (viitattu 9.11.2016): http://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf
- [63] Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Eurokoodit, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 10.11.2016): <http://www.sfs.fi/aihealueet/eurokoodit>
- [64] Syrjänen Marko. Tutkimuspisteiden sijaintikartta. 14502120026 0001 2-3A. Golder Associates. 2014.
- [65] Syrjänen Marko ja Rantala Jarmo. Tutkimusraportti Telakkaranta L-tehdas rakennusnäytteenotto. Raportti numero 14502120026. Golder Associates. 2014.
- [66] Säteilyturvakeskus STUK, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 14.11.2016): <http://www.stuk.fi/aiheet/radon/asuntojen-radonia-koskevat-enimmaisarvot-jamääräykset>
- [67] Tekla, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 22.11.2016): <https://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4/mit%C3%A4-bim>
- [68] Terveysturvallisuuslaki 763/1994. 1994. Saatavissa (viitattu 12.10.2016): <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763>
- [69] Teräsrakenneyhdistys, internet-sivut. Eurocode 3 –kirjasarja. Saatavissa (viitattu 10.11.2016): <http://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/toiminta/kirjat-ja-julkaisut/eurocode-3-kirjasarja/>
- [70] Tilastokeskus, internet-sivut. Korjausrakentaminen, käsitteet ja määritelmät. Saatavissa (viitattu 20.11.2016): <http://stat.fi/til/kora/kas.html>

- [71] Tilastokeskus, internet-sivut. Rakennusluvat, käsitteet ja määritelmät. Saatavissa (viitattu 20.11.2016): <http://www.stat.fi/til/rl/kas.html>
- [72] Turun karttapalvelu, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 7.1.2017): <http://opas-kartta.turku.fi/ims/>.
- [73] Turun kaupunki. Asemakaavamerkinnät- ja määräykset, kaavatunnus 853 19/2009. 2013.
- [74] Turun kaupunki, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 2.1.2017): <https://www.turku.fi/turku-tieto/arkistot>
- [75] Työterveyslaitos, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 13.11.2016): http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset_aineet/eristeaineet/asbestituotteet/purkutyot/sivut/default.aspx
- [76] Työturvallisuuslaki 738/2002. 2002. Saatavissa (viitattu 13.11.2016): <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L2P10>
- [77] Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 798/2015. 2016. Saatavissa (viitattu 13.11.2016): <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150798>
- [78] Valvira. Sosiaali- ja terveysalan lupa ja valvontavirasto. Asumisterveys, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 21.11.2016): <http://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys>
- [79] Wikman Esa. Takymetri – Mittaustyökalu moneen käyttöön. Artikkel. Maankäyttö 4/2010. 2010. Saatavissa (viitattu 7.11.2016): http://www.maankaytto.fi/arkisto/mk410/mk410_1416_wikman.pdf
- [80] Ympäristö.fi. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 15.11.2016): http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Kiinteiston_yllapito_ja_korjaaminen/Kiinteiston_kaytto_ja_huoltoohje
- [81] Ympäristö.fi. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 21.11.2016): http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Maankayton_suunnittelujarjestelma/Asemakaavoitus
- [82] Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista 2014/477. 2014. Saatavissa (viitattu 9.11.2016): <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140477>
- [83] Ympäristöministeriö, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 15.12.2016): <http://www.ym.fi/Rakentamismaarayskokoelma>

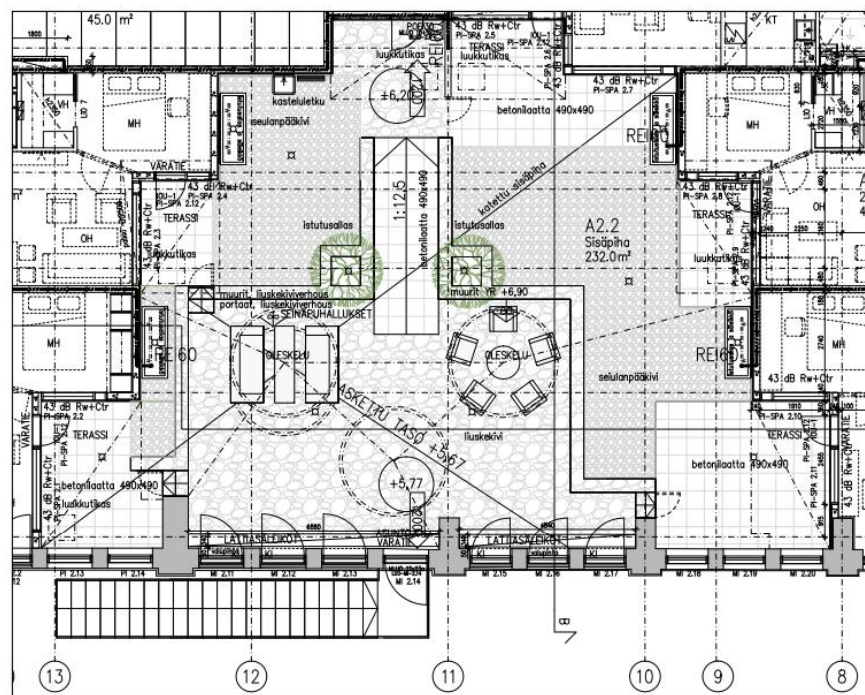
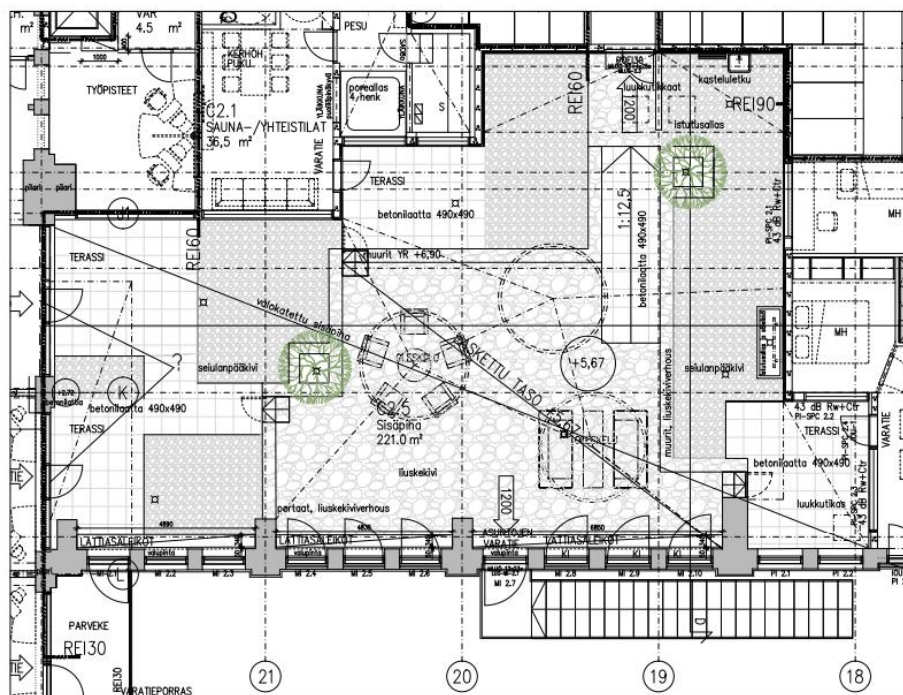
- [84] Ympäristöministeriö, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 14.11.2016):
http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Kumotut_rakentamismaaraykset
- [85] Ympäristöministeriö, internet-sivut. Saatavissa (viitattu 18.11.2016):
[http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Suomen_rakentamismaarayskokoelma\(3624\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Suomen_rakentamismaarayskokoelma(3624))



Liite A: Ote asemapiirroksesta [Arkkitehtitoimisto Haroma&Partners Oy, ARK 0416-102-1 A, 18.10.2016]



Liite B: 1. krs pohjapiirros, vaihe 1 [Arkkitehtitoimisto Haroma&Partners Oy, ARK 0416-103-01 J, 22.02.2016]



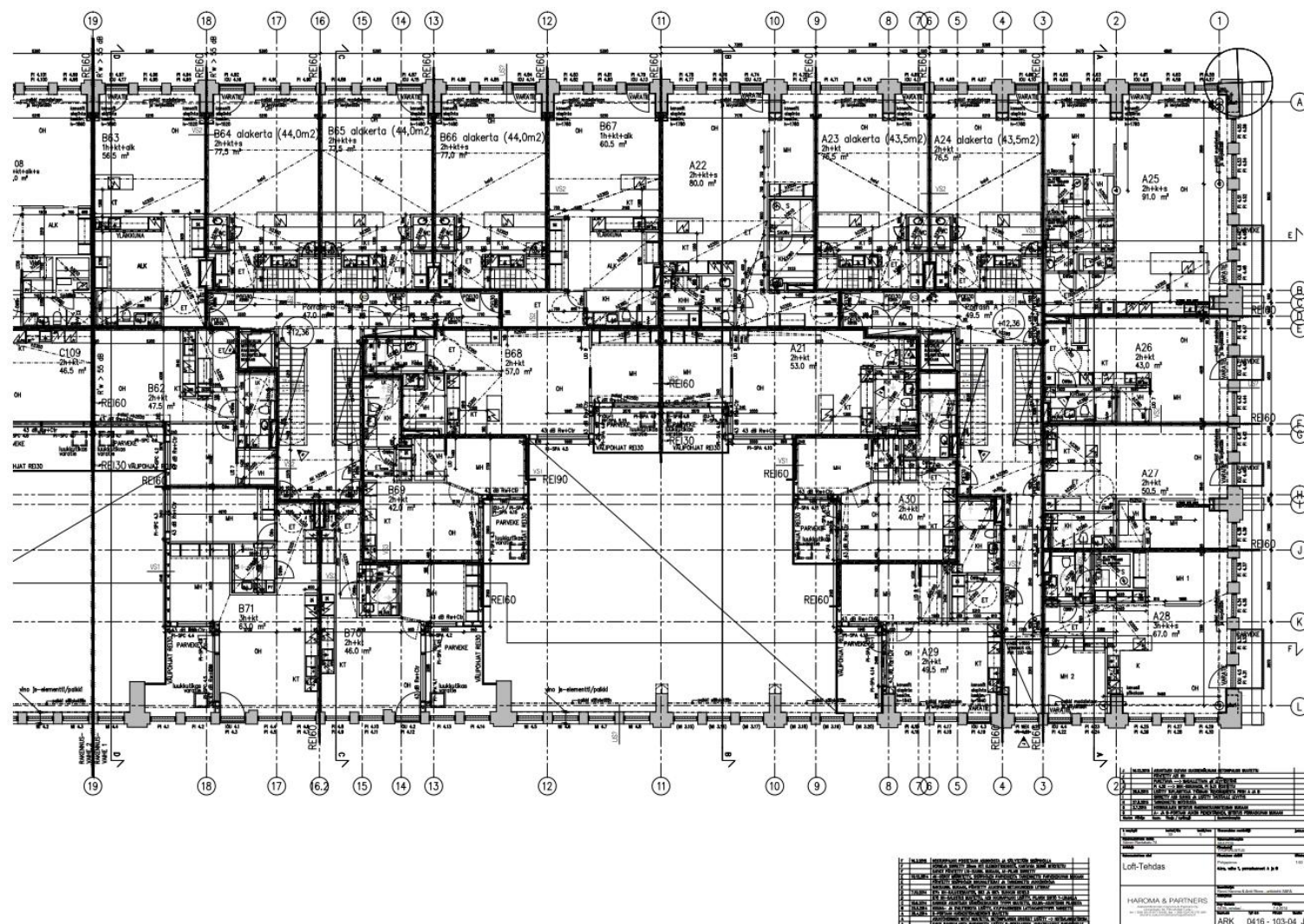
muurien materiaalit ja mitoitus esitetty piir 1314-001
Materiaalit, kalusteet ja kasvit esitelty rakennustapaselostuksessa
0416-101-001

[illegible]

Liite C: 2. krs sisäpihojen pohjapiirros, vaihe 1 [Arkkitehtitoimisto Haroma&Partners Oy, ARK 0416-102-01 B, 23.01.2015]



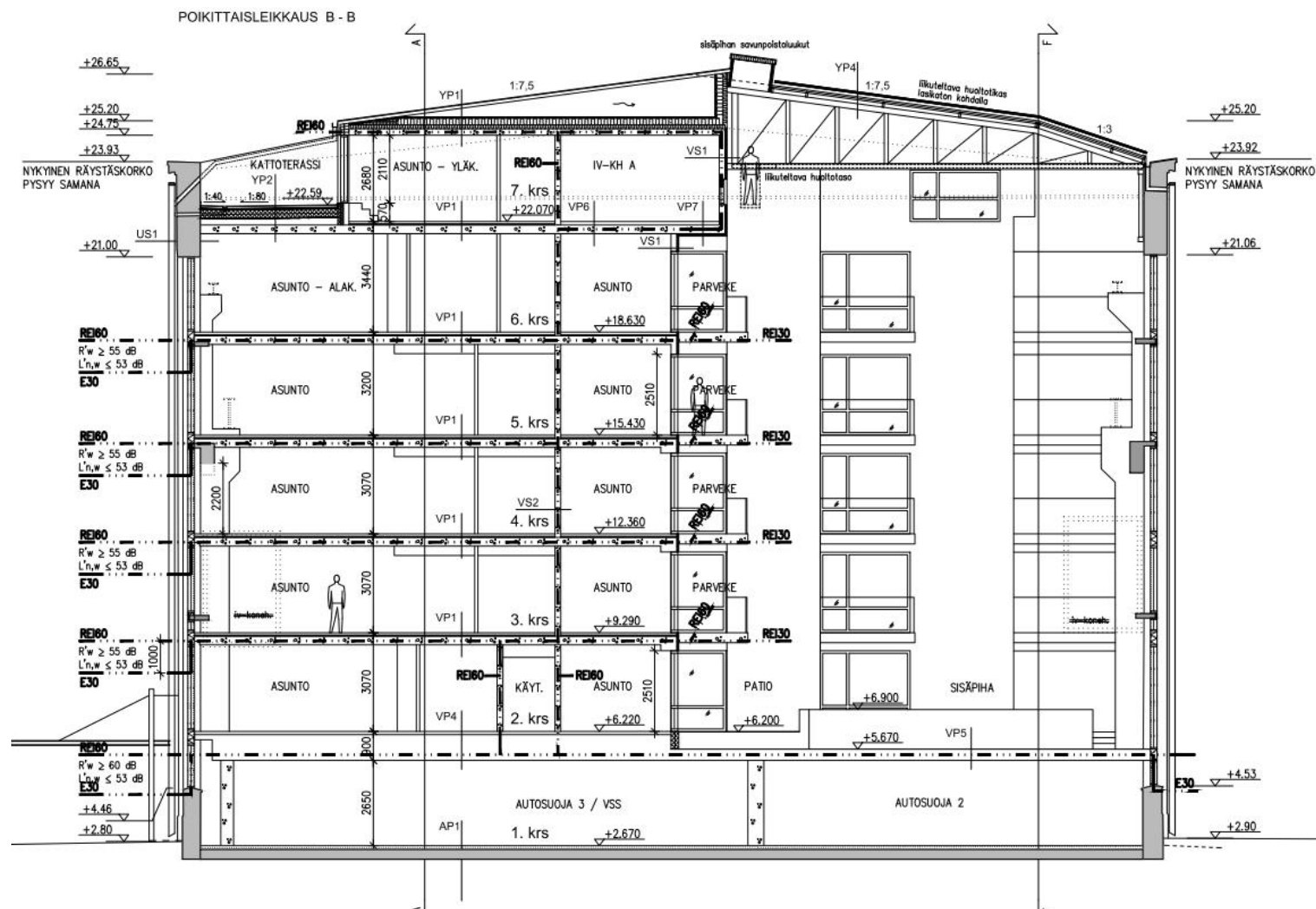
Liite D: 2. krs pohjapiirros, vaihe 1 [Arkkitehtitoimisto Haroma&Partners Oy, ARK 0416-103-02 M, 08.02.2016]



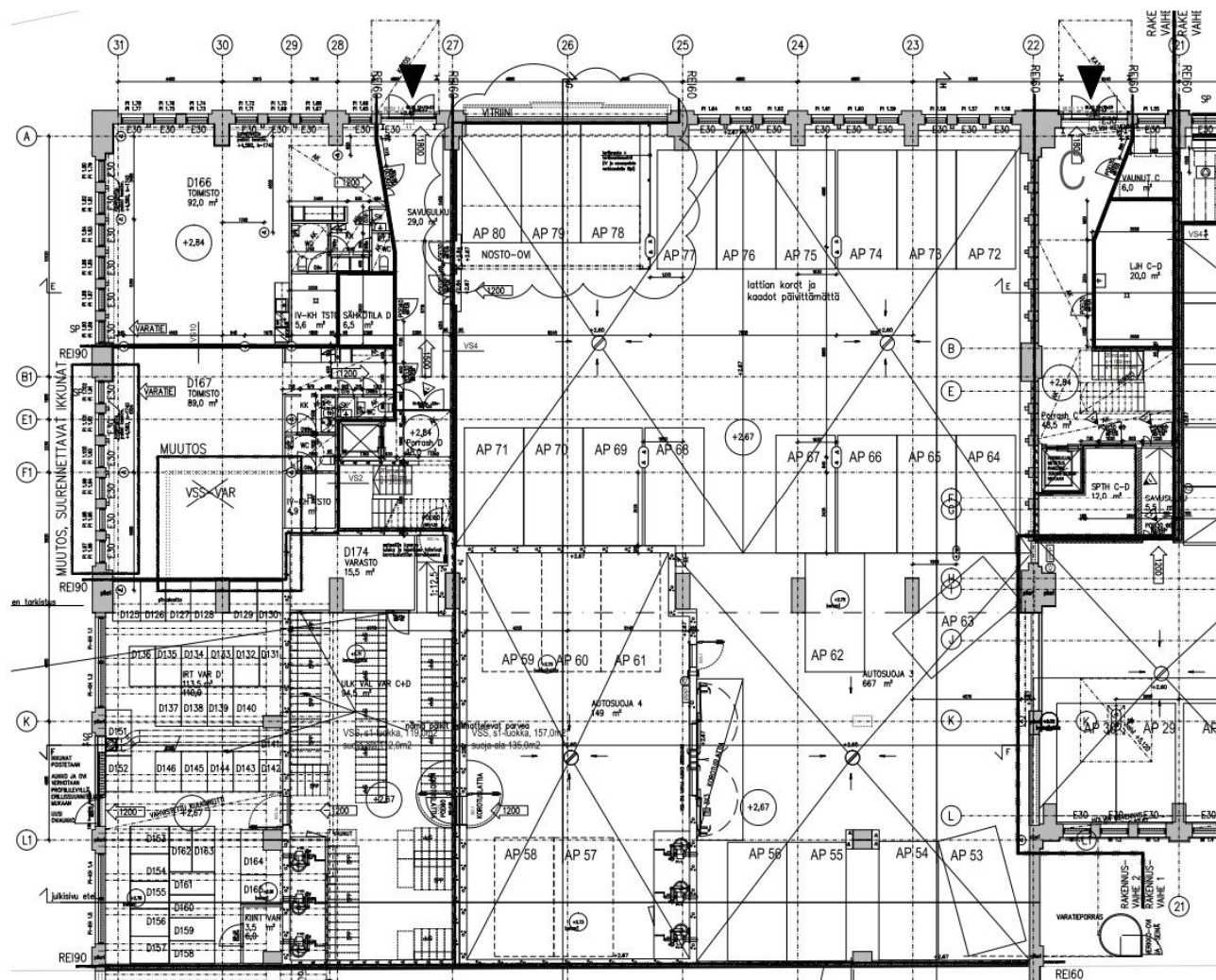
Liite E: 4. krs pohjapiirros, vaihe 1 [Arkkitehtitoimisto Haroma&Partners Oy, ARK 0416-103-04 J, 16.12.2015]



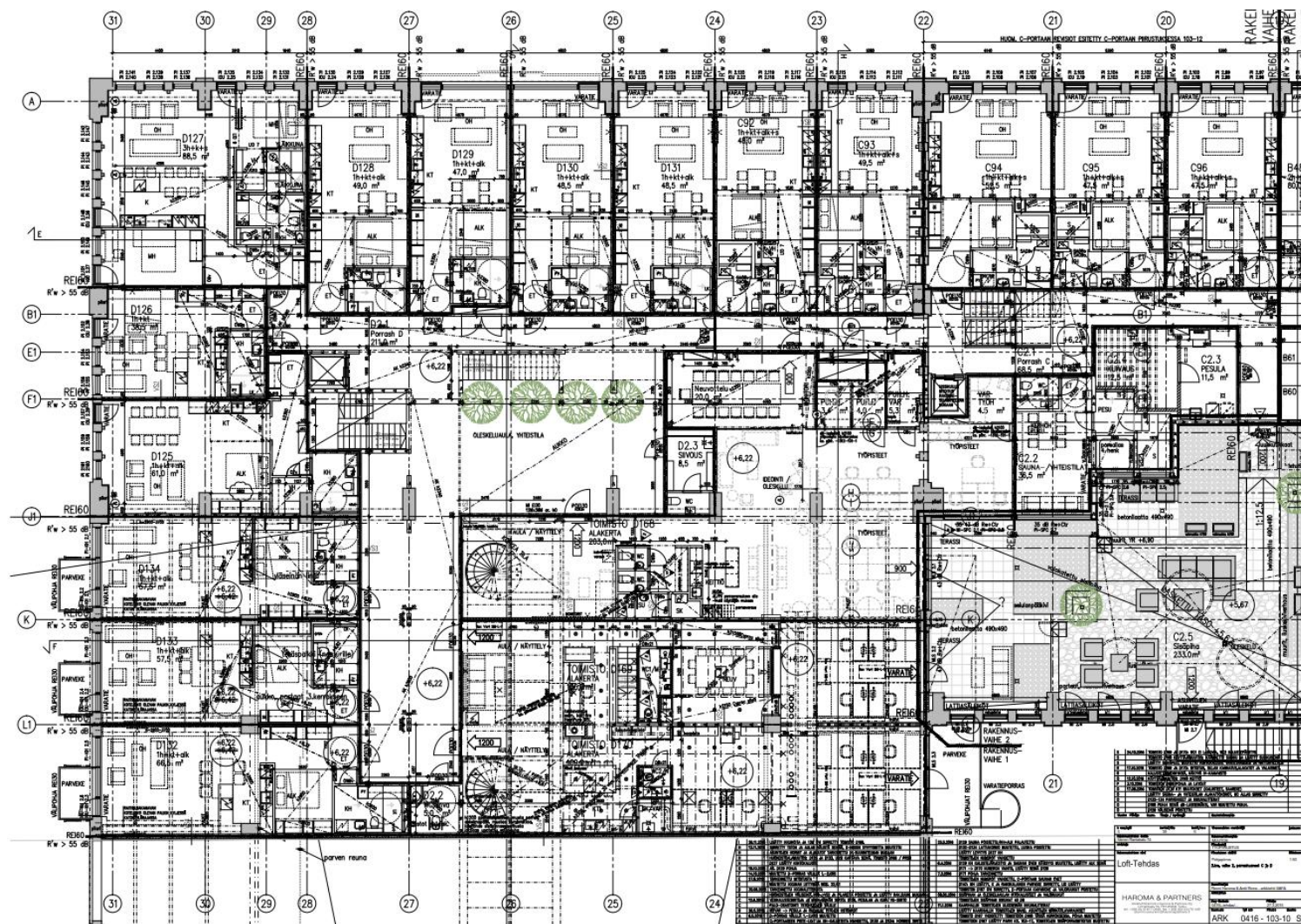
Liite F: 5. krs pohjapiirros, vaihe 1 [Arkkitehtitoimisto Haroma&Partners Oy, ARK 0416-103-05 H, 28.09.2015]



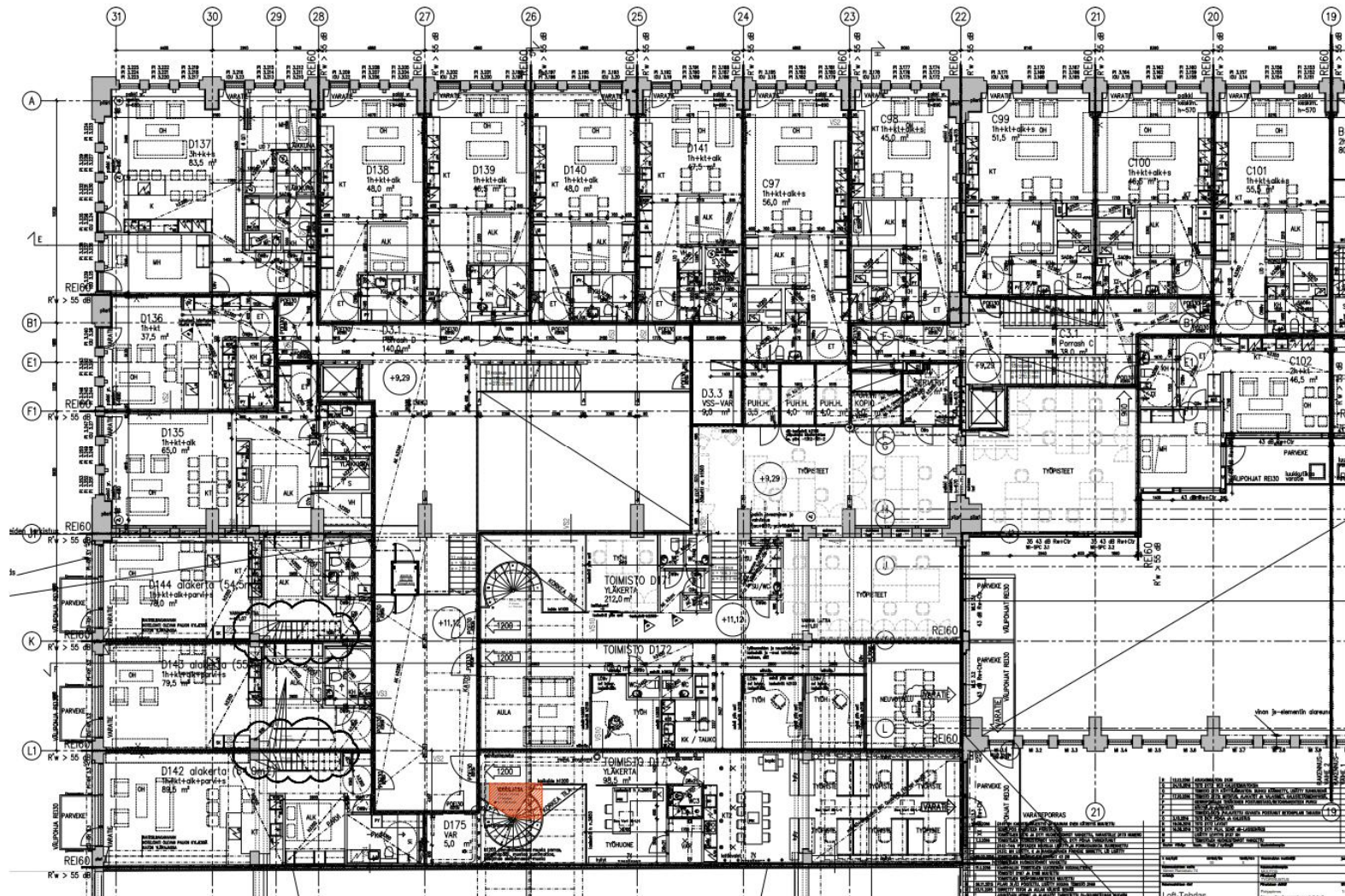
Liite G: Ote leikkauksesta B-B [Arkkitehtitoimisto Haroma&Partners Oy, ARK 0416-104-01, 18.06.2014]



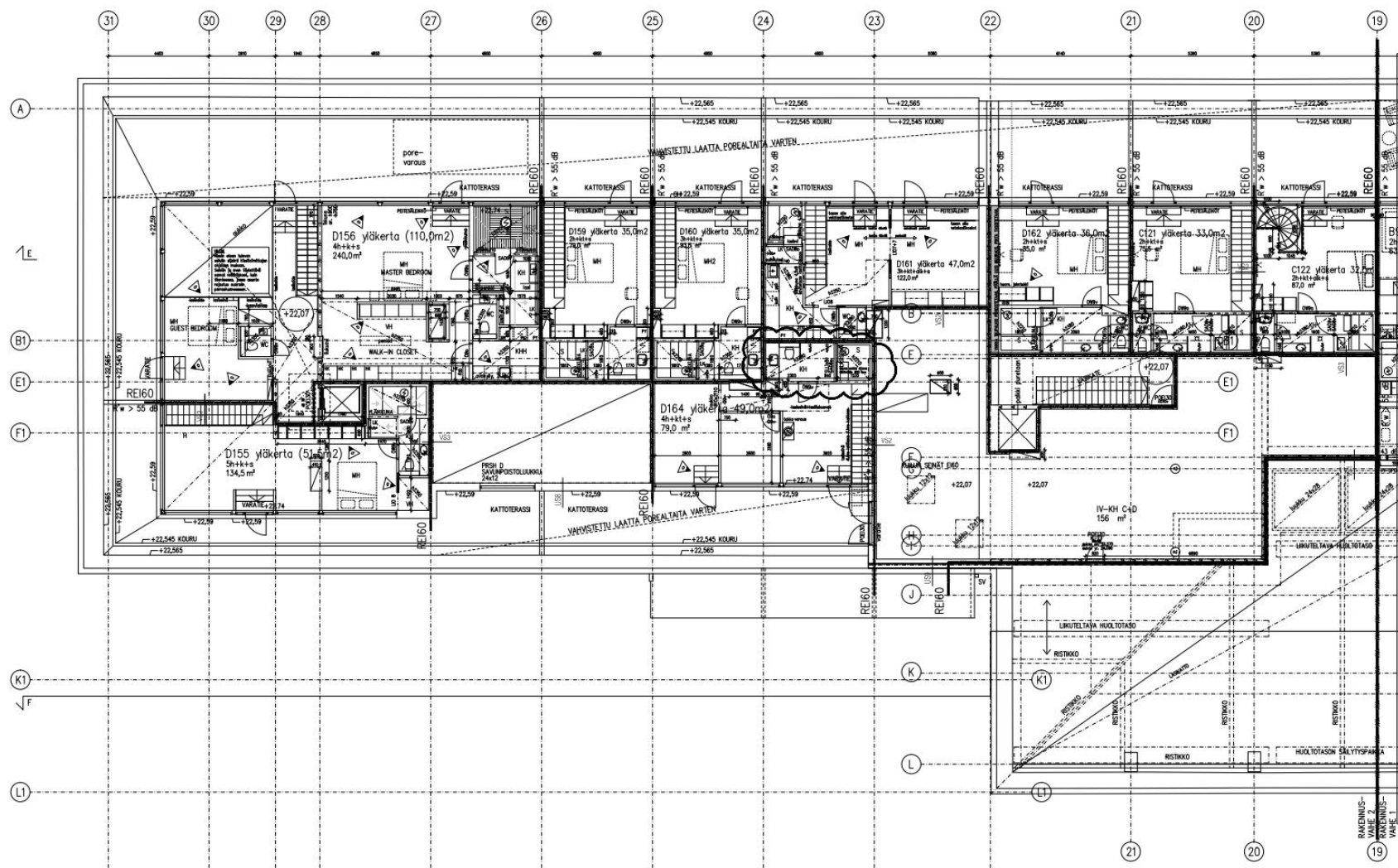
Liite H: 1. krs pohjapiirros, vaihe 2, Loft Tehdas III-IV (C ja D) [Arkkitehtitoimisto Haroma&Partners Oy, ARK 0416-103-09 L, 08.12.2016]



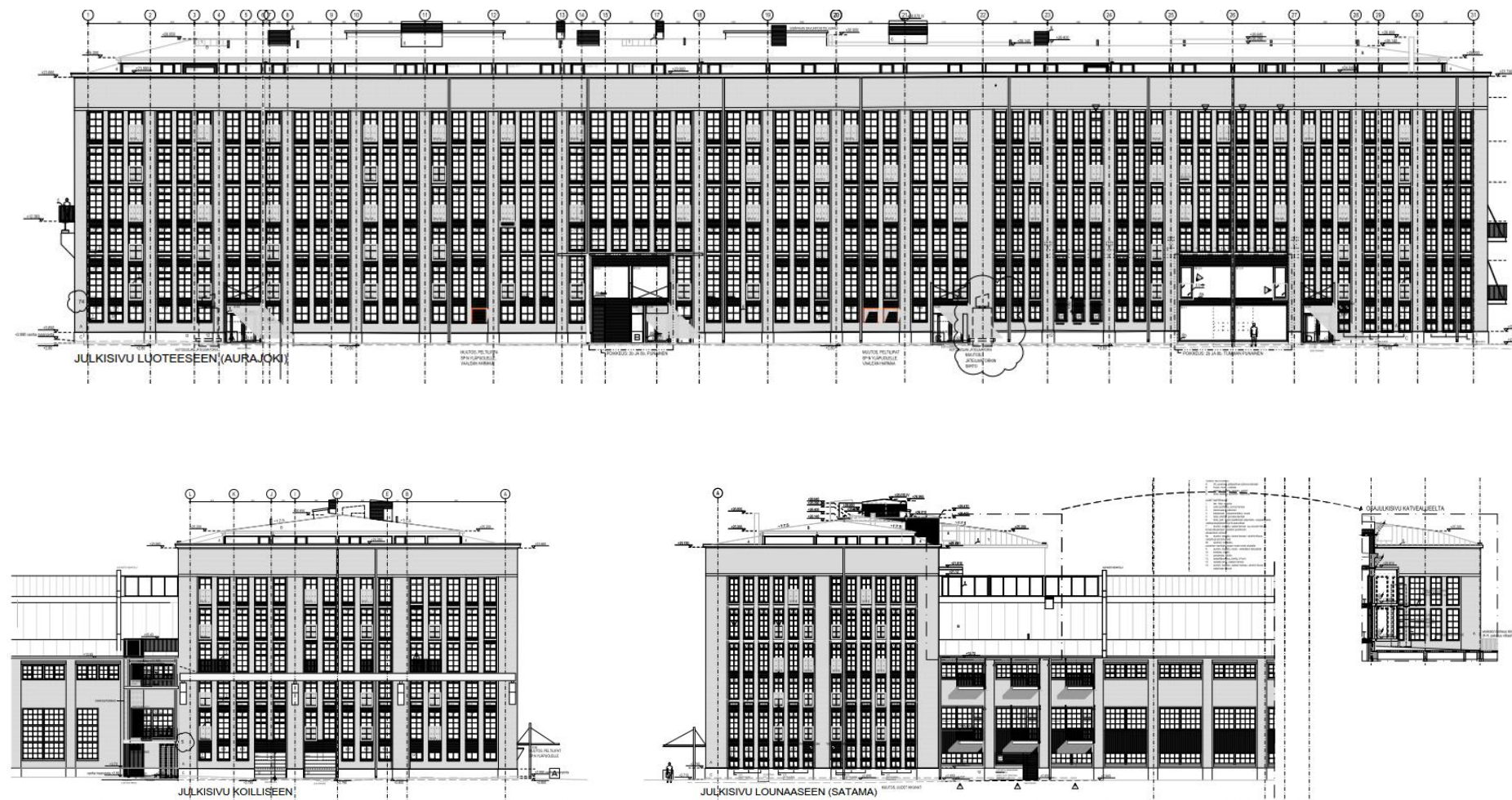
Liite I: Pohjapiirros 2. krs, vaihe 2 [Arkkitehtitoimisto Haroma&Partners Oy, ARK 0416-103-10 S, 10.12.2016]



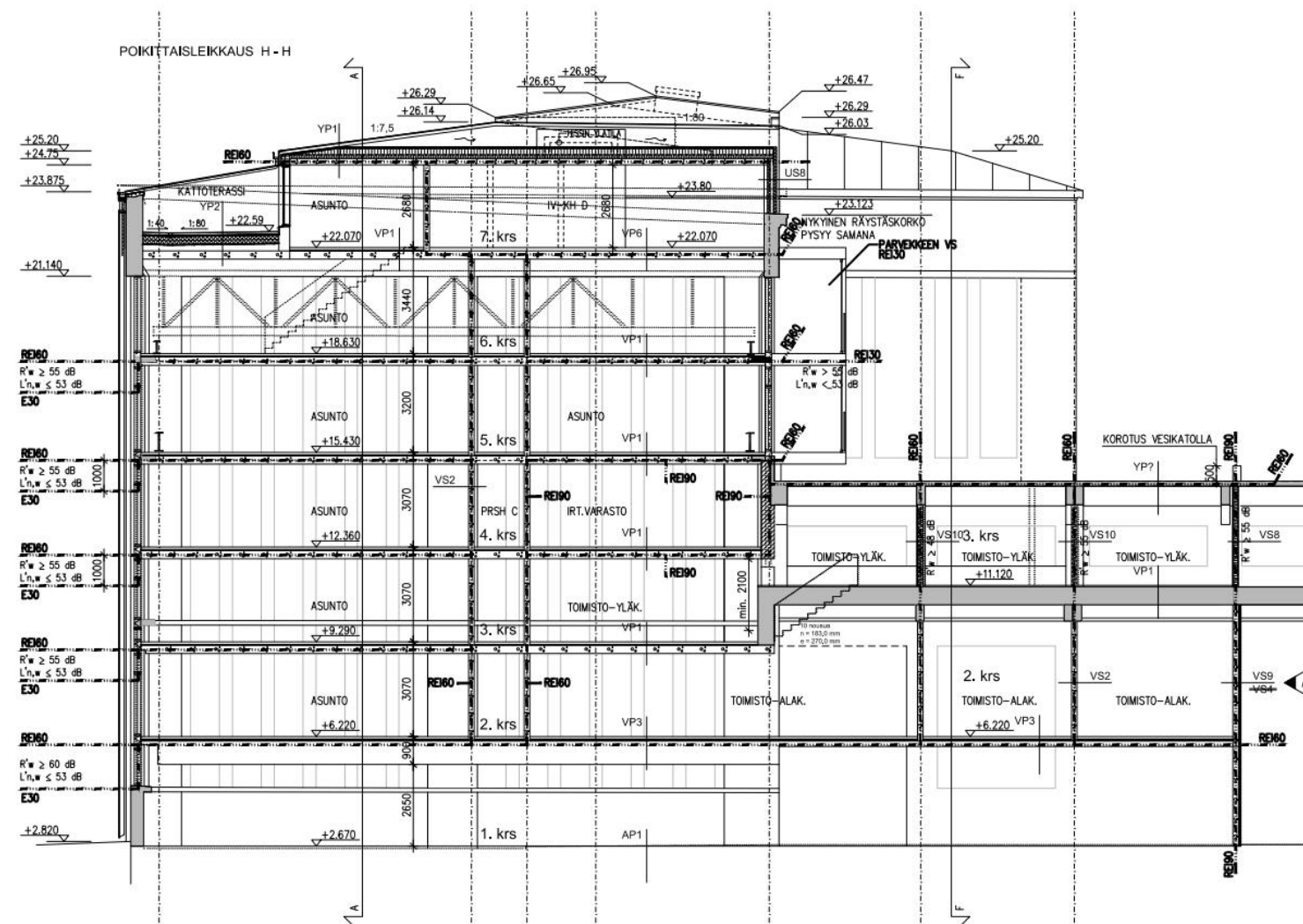
Liite J: Pohjapiirros 3. krs, vaihe 2 [Arkkittehtitoimisto Haroma&Partners Oy, ARK 0416-103-11 R, 12.12.2016]



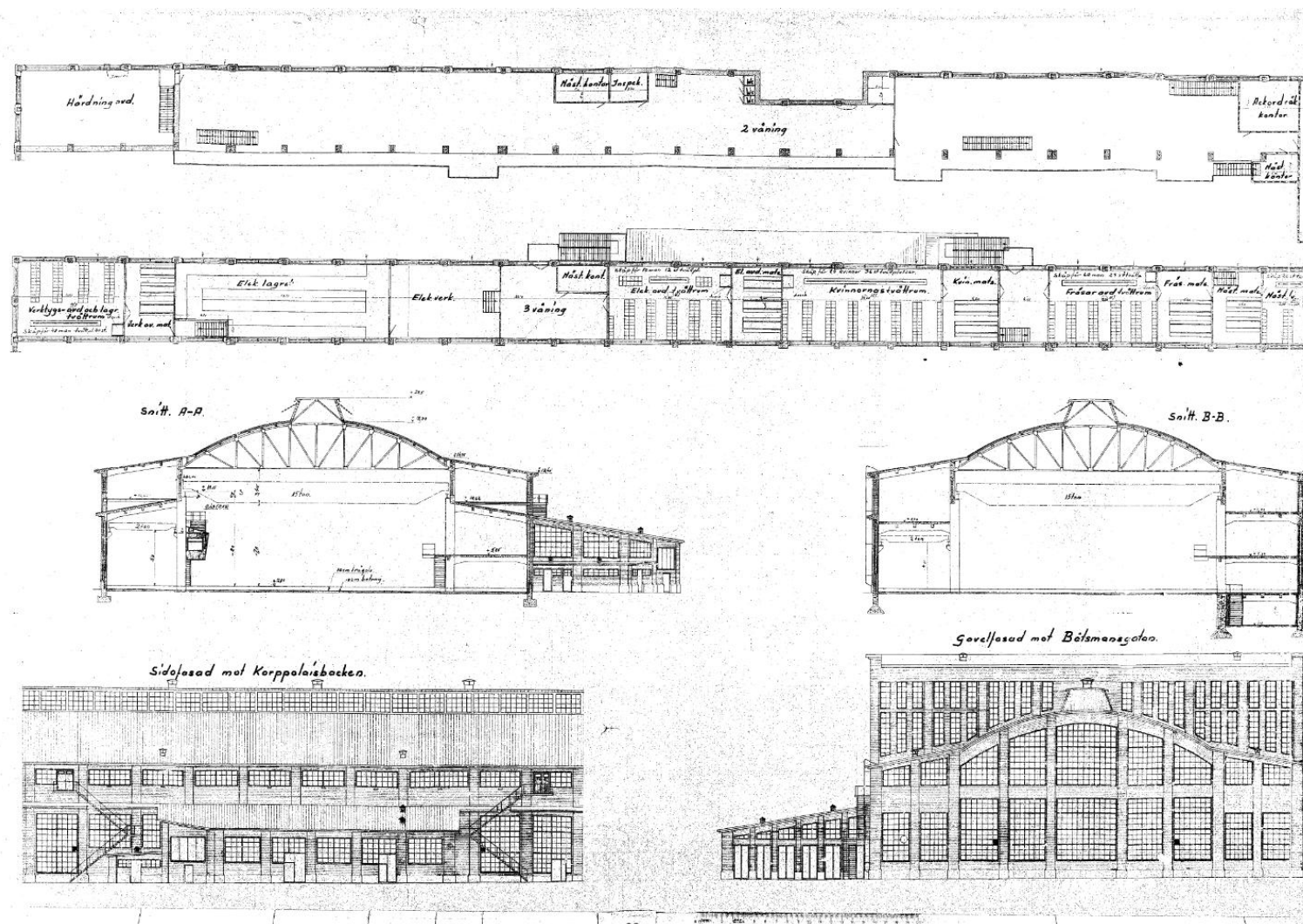
Liite K: Pohjapiirros 7. krs, vaihe 2, Loft Tehdas III-IV (C ja D) [Arkkitehtitoimisto Haroma&Partners Oy, ARK 0416-103-15 O, 04.10.2016]



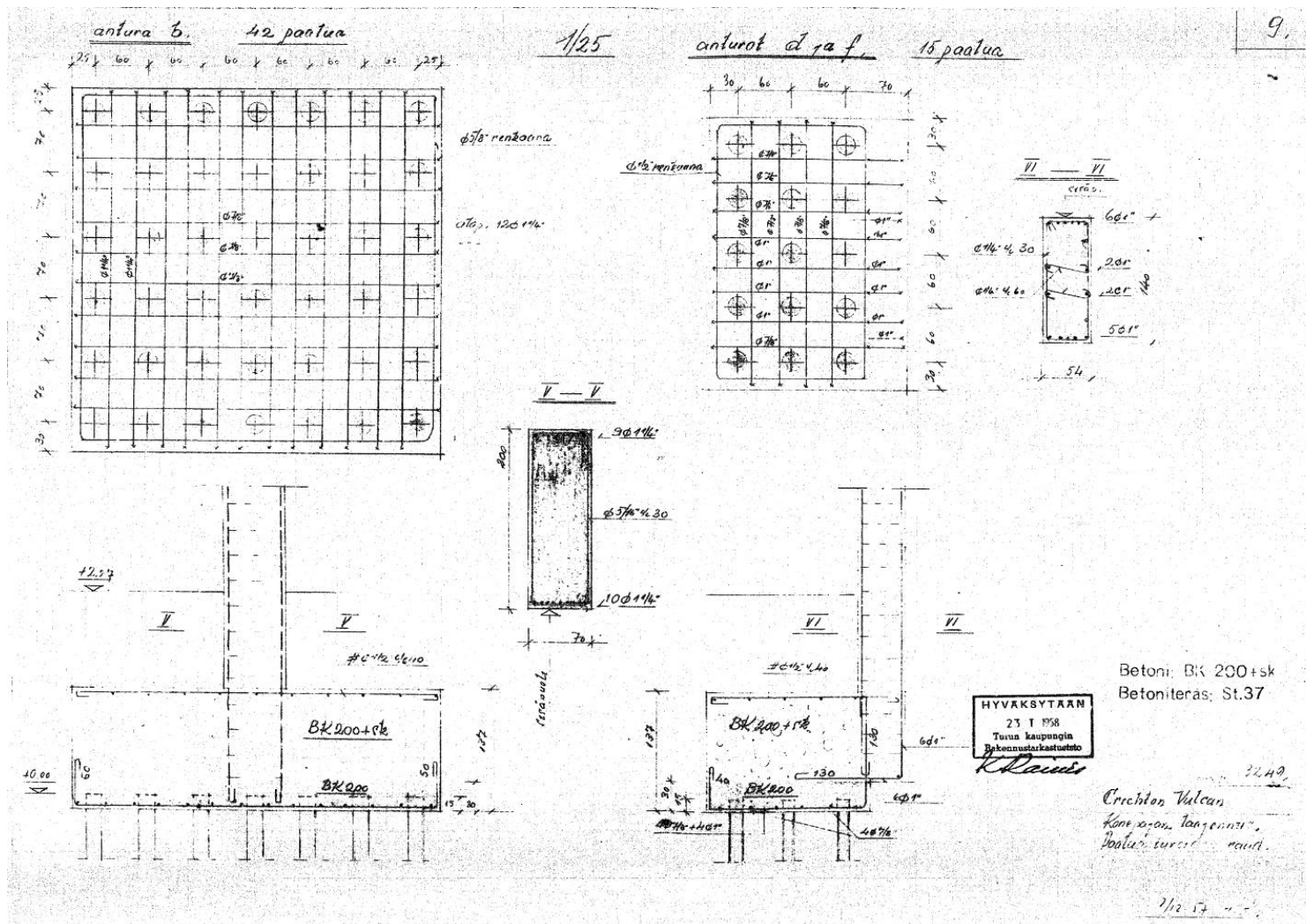
Liite L: Otteita julkisivupiirustuksista, Loft Tehdas [Arkkitheittitoimisto Haroma&Partners Oy, ARK 0416-105-01 G, 03.10.2016; ARK 0416-105-02 F, 05.08.2016]



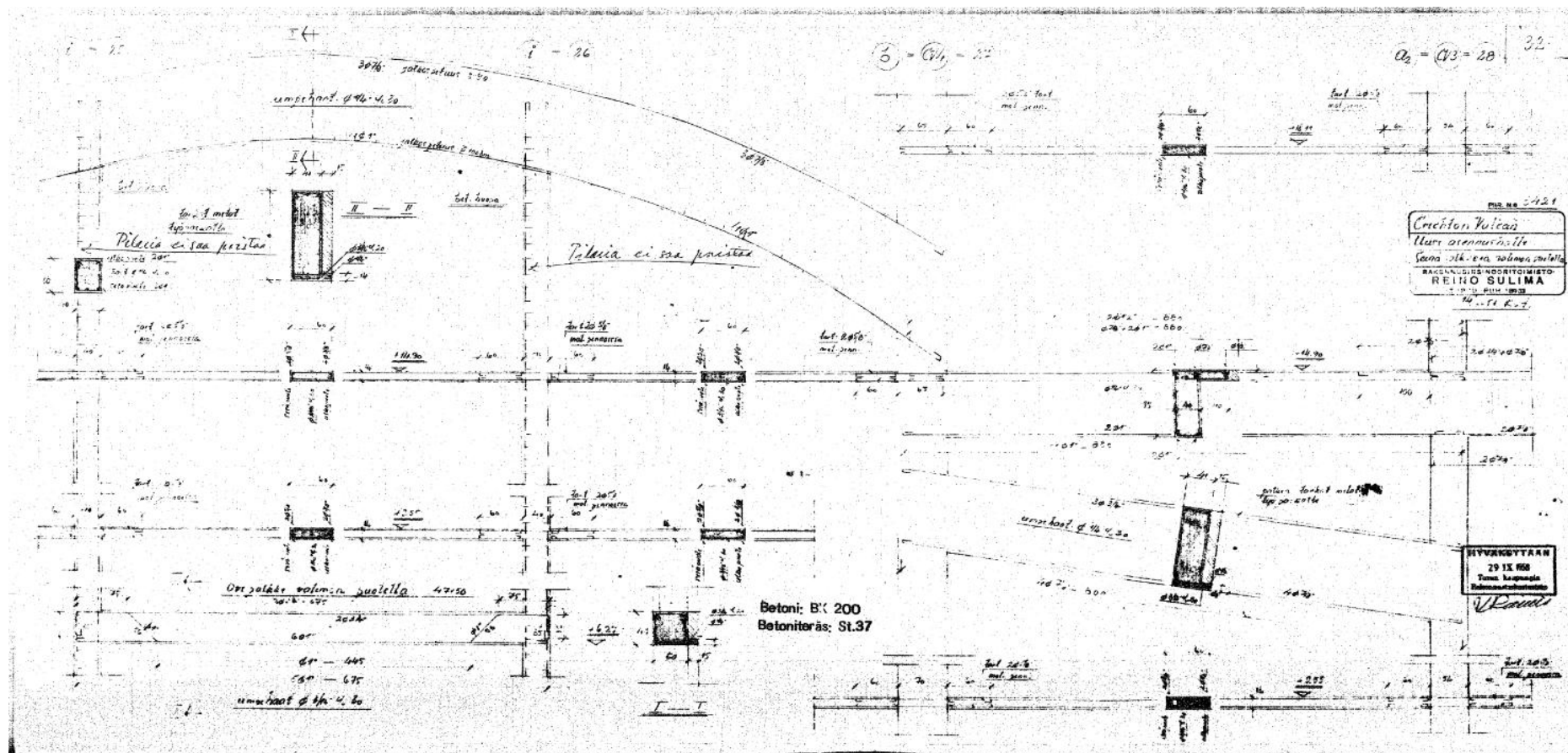
Liite M: Leikkaus H-H, vaihe 2, Loft Tehdas III-IV (C ja D) [Arkkitehtitoimisto Haroma&Partners Oy, ARK 0416-004-07, 30.09.2014]



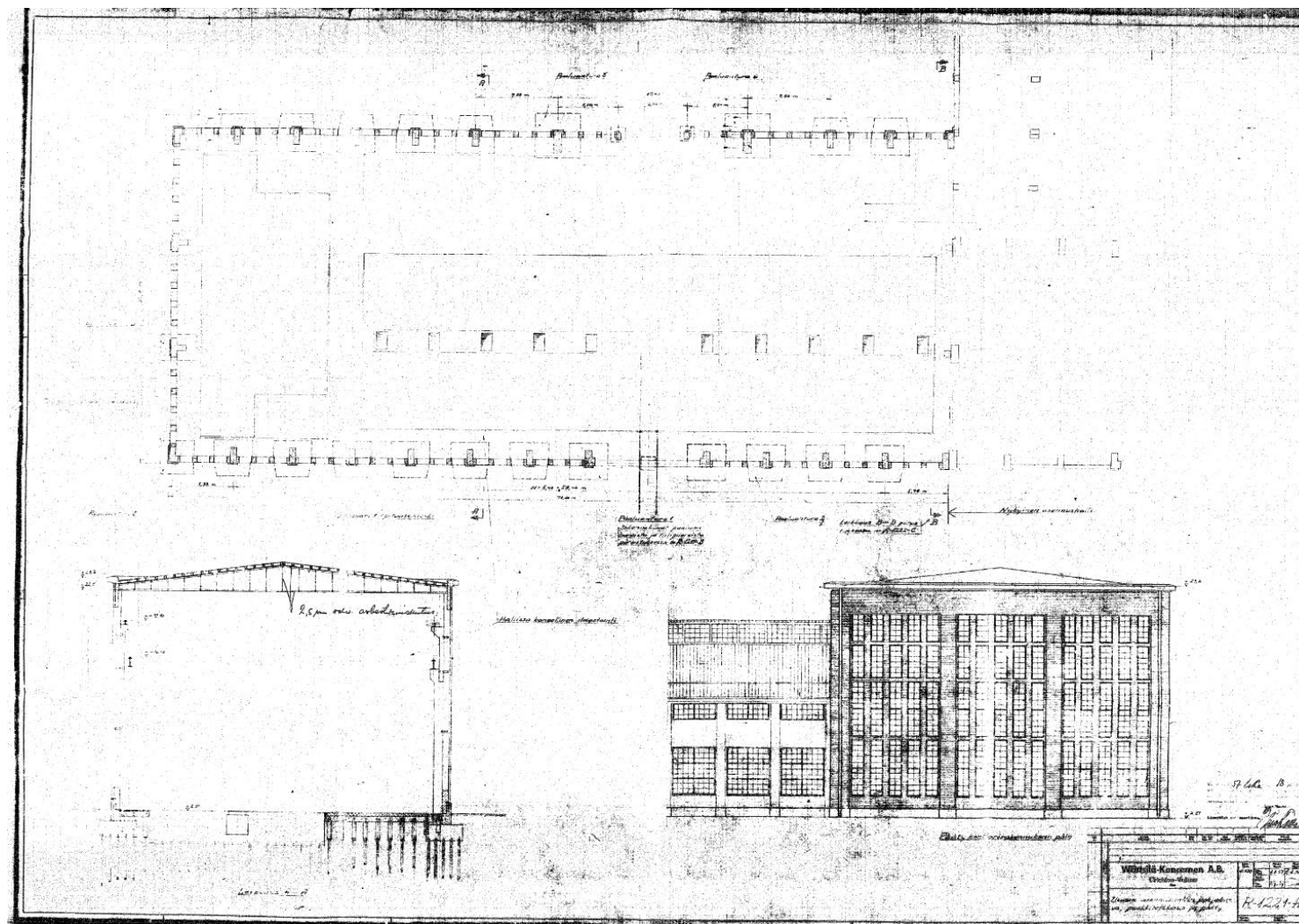
Liite N: Vanha piirustus kaarihallin osalta (Loft Tehdas IV, Porras D)



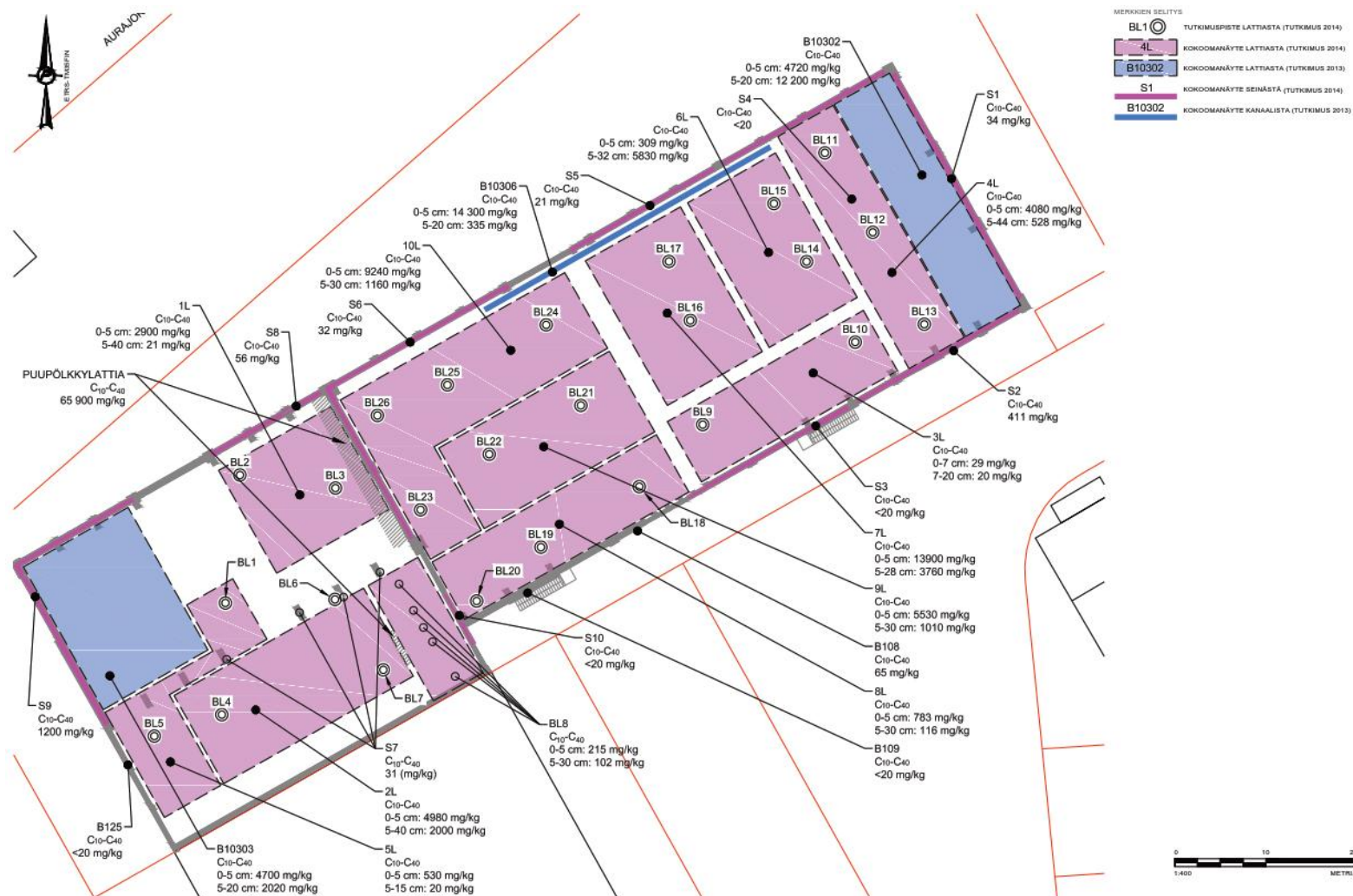
Liite O: Vanha rakennekuva Loft Tehdas I-III pilarianturasta [Crichton Vulcan piir. 3249, v. 1957]



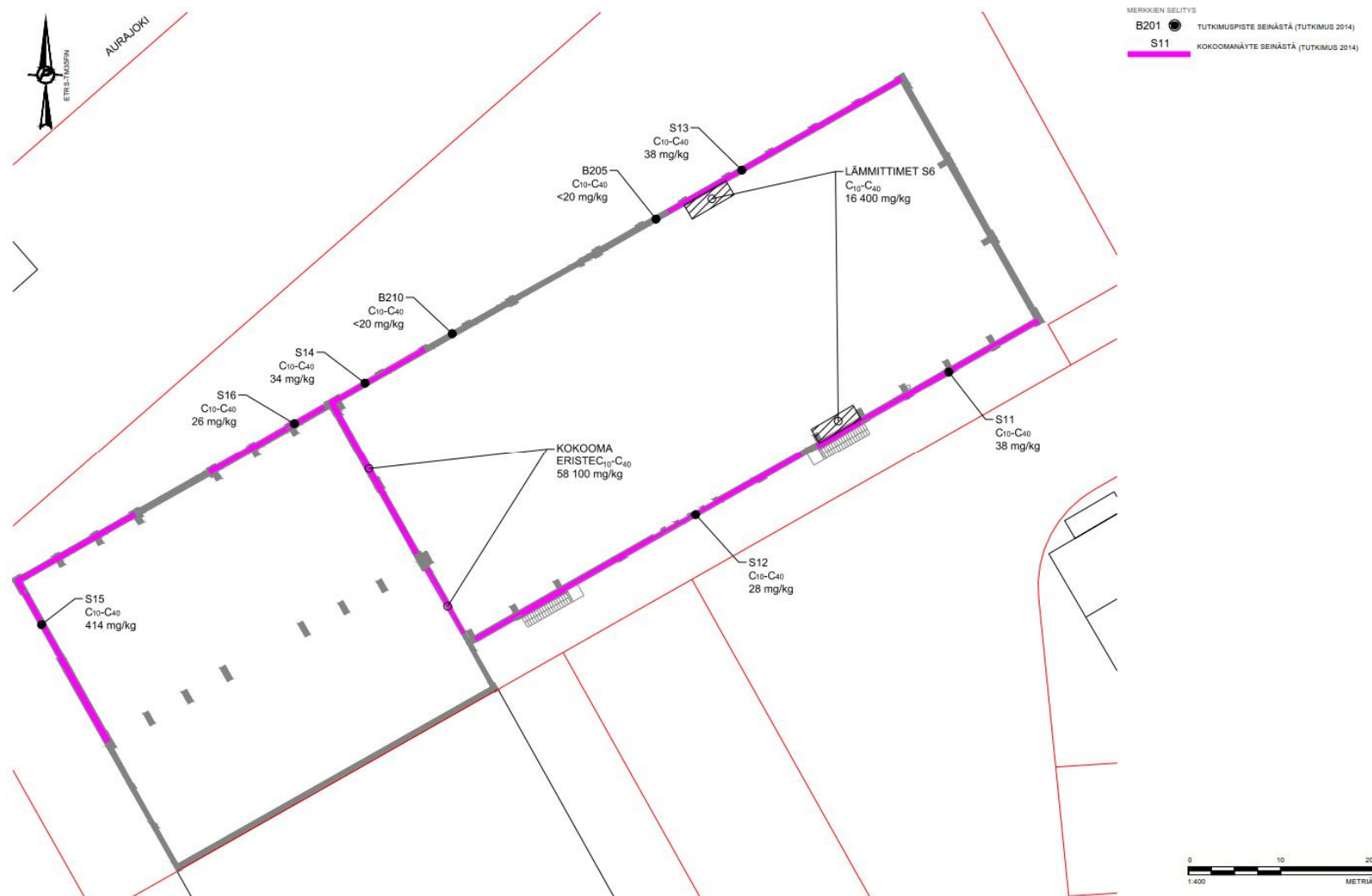
Liite Q: Vanha rakennekuva Loft Tehdas III seinäpalkeista [Crichton Vulcan, Rakennusinsinööri Reino Sulima, piir. 3421, v. 1958]



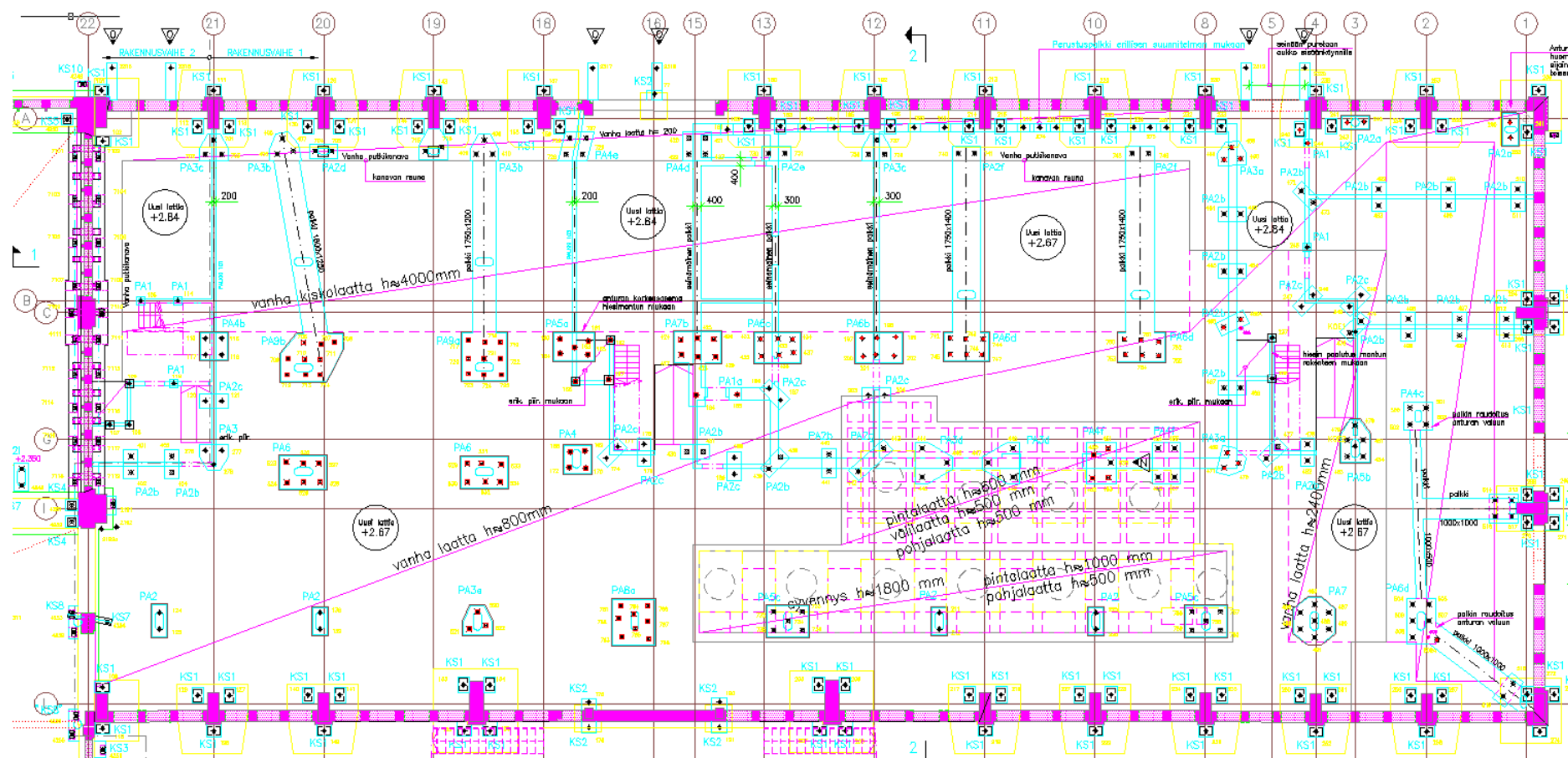
Liite R: Vanha piirustus osasta Loft Tehdas I-III [Wärtsilä-Konsernen A.B. Crichton-Vulcan piir. R-1221-H, v. 1957]



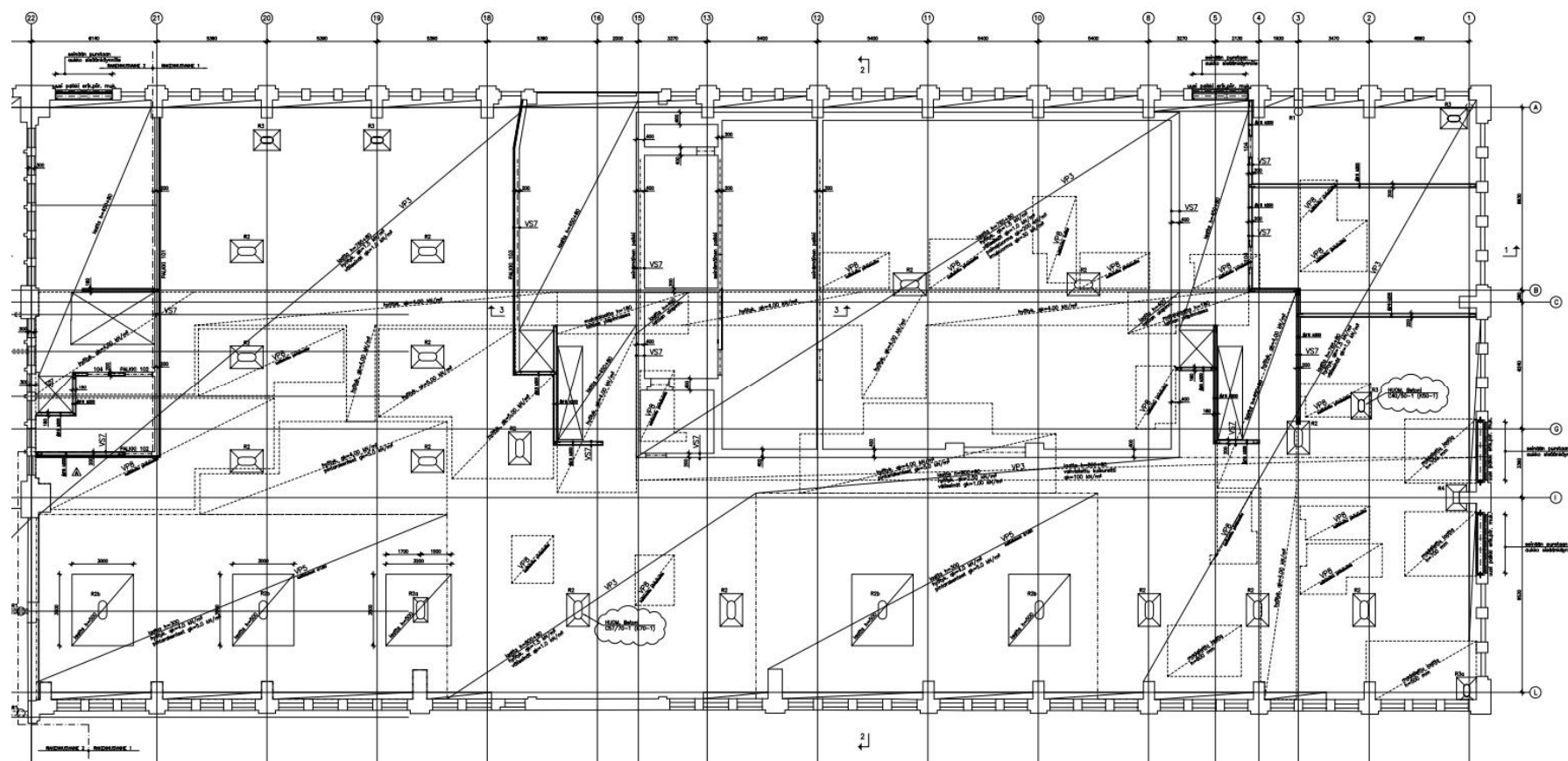
Liite S: Lattian tutkimuspisteiden sijaintikartta [64]



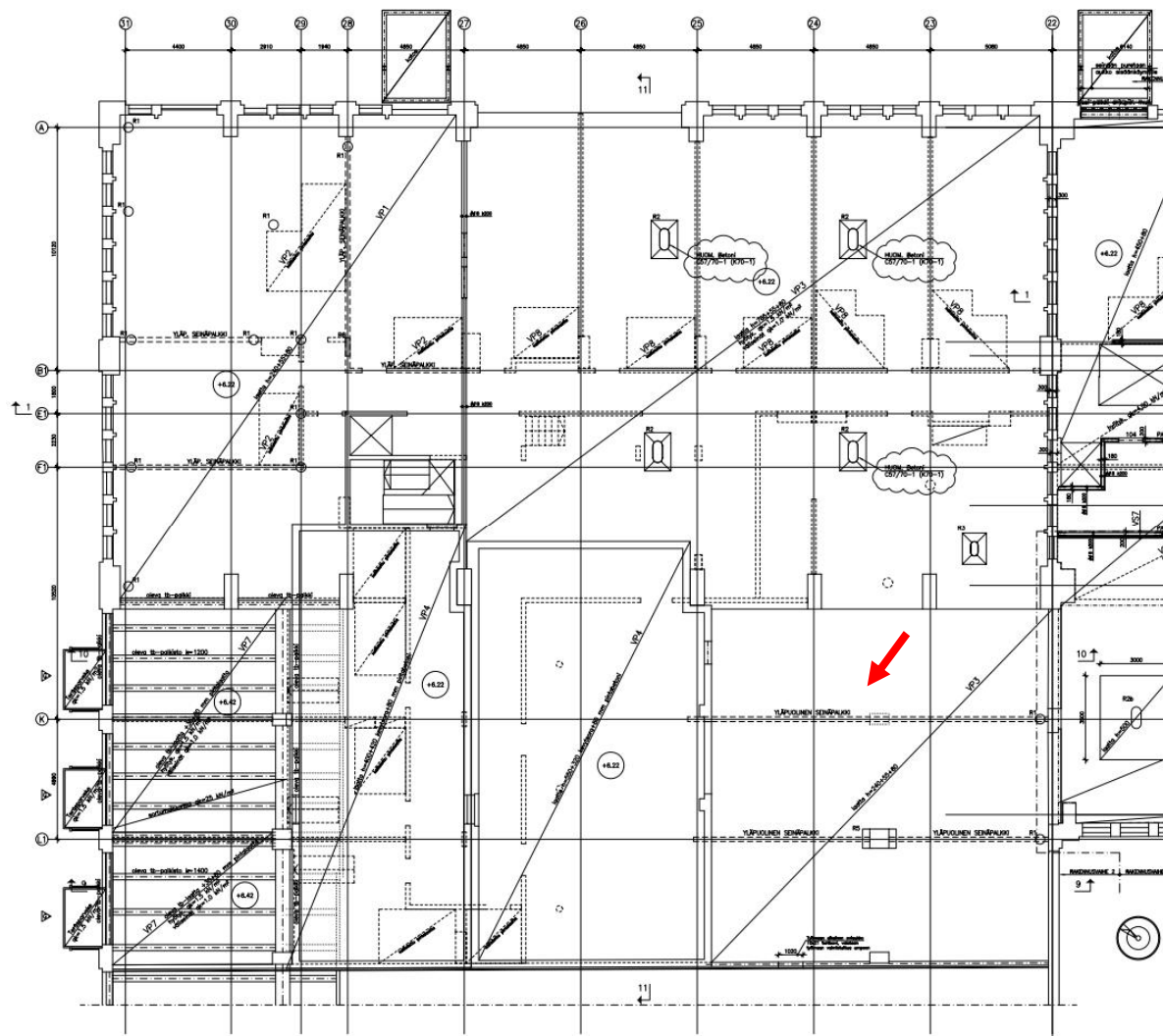
Liite T: Kuva 20: Seinien tutkimuspisteiden sijaintikartta [64]



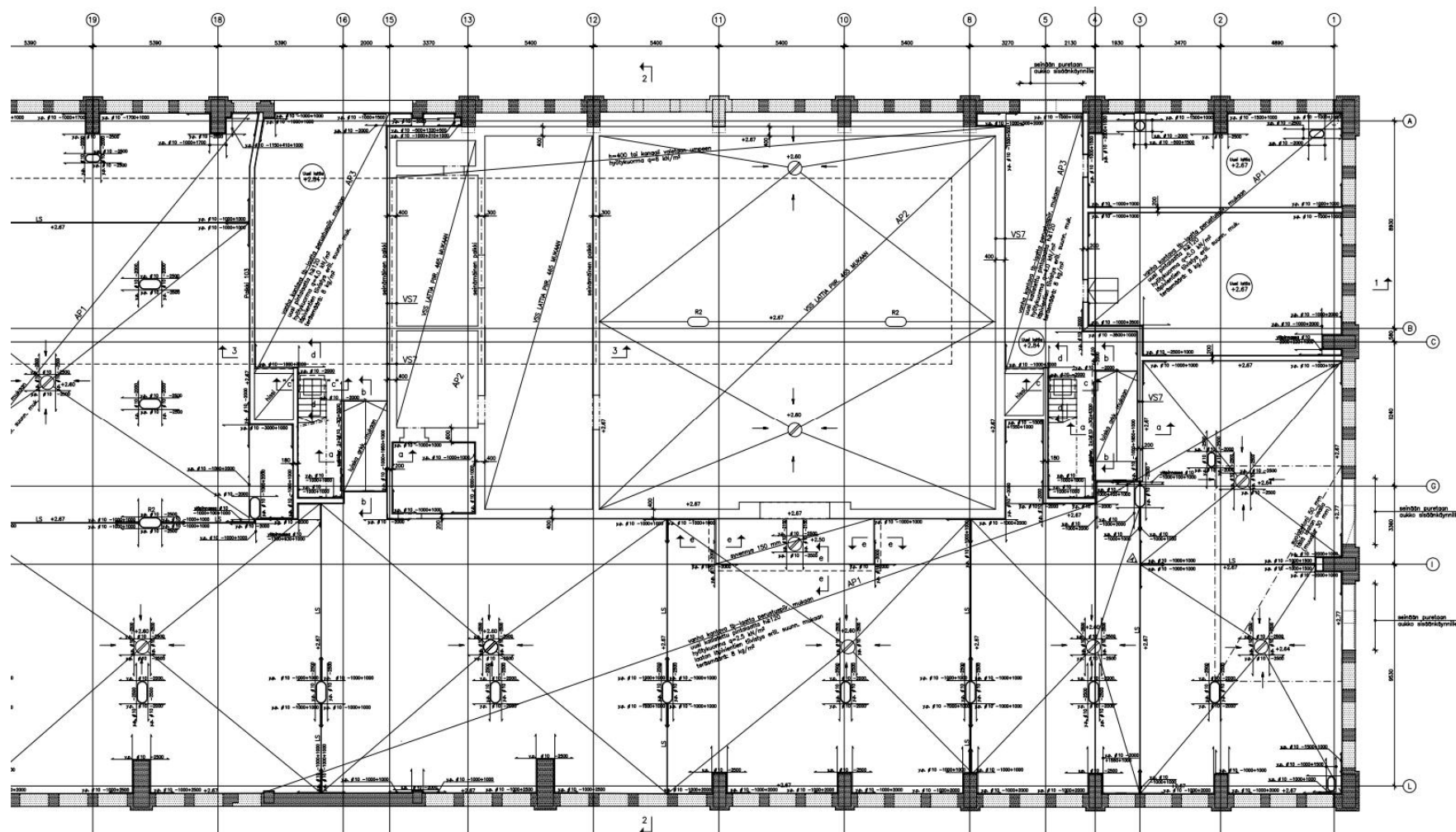
Liite U: Perustuspäärustus, vaihe 1, Loft Tehdas I-III (Portaat A-C)



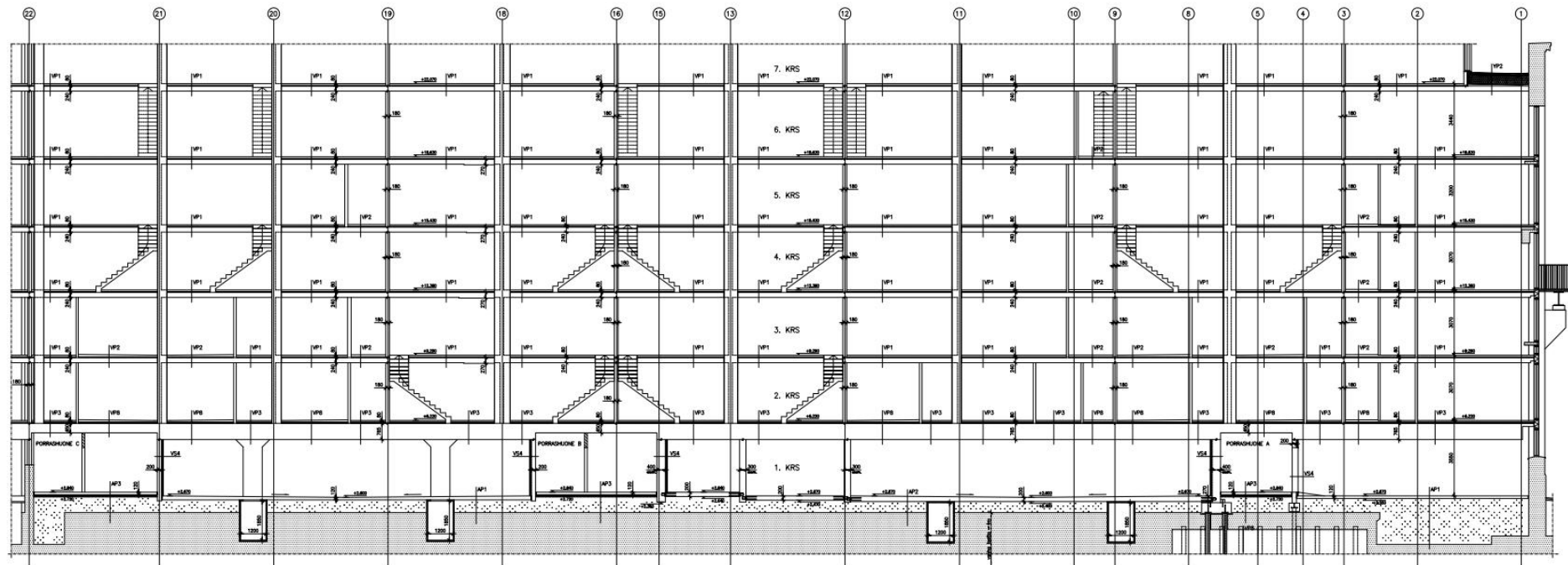
Liite V: 1. krs katon laudoituspiirustus, vaihe 1, Loft Tehdas I-III (Portaat A-C)



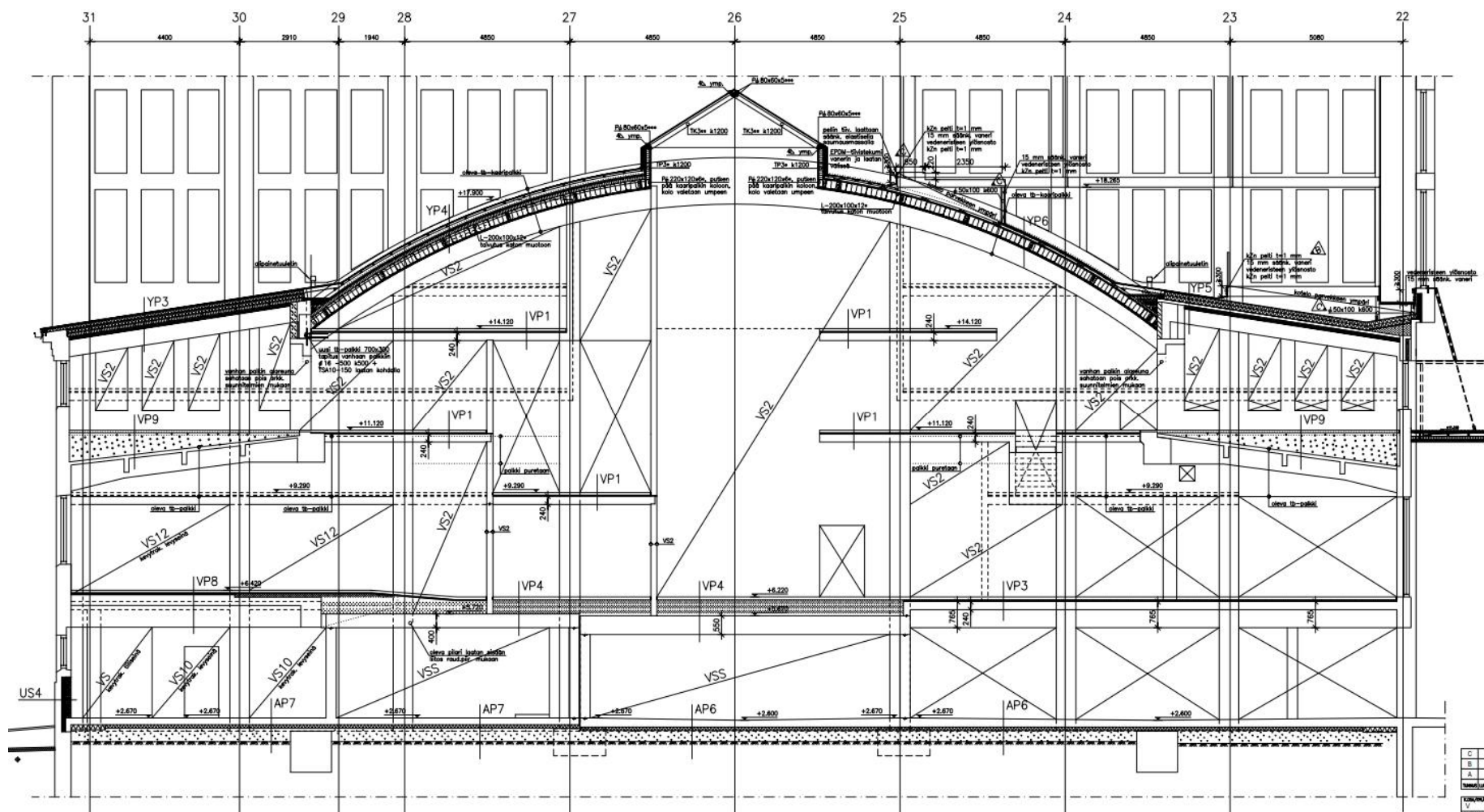
Liite W: 1. krs katon laudoituspiirustus, vaihe 2, Loft Tehdas III-IV (Portaat C-D)



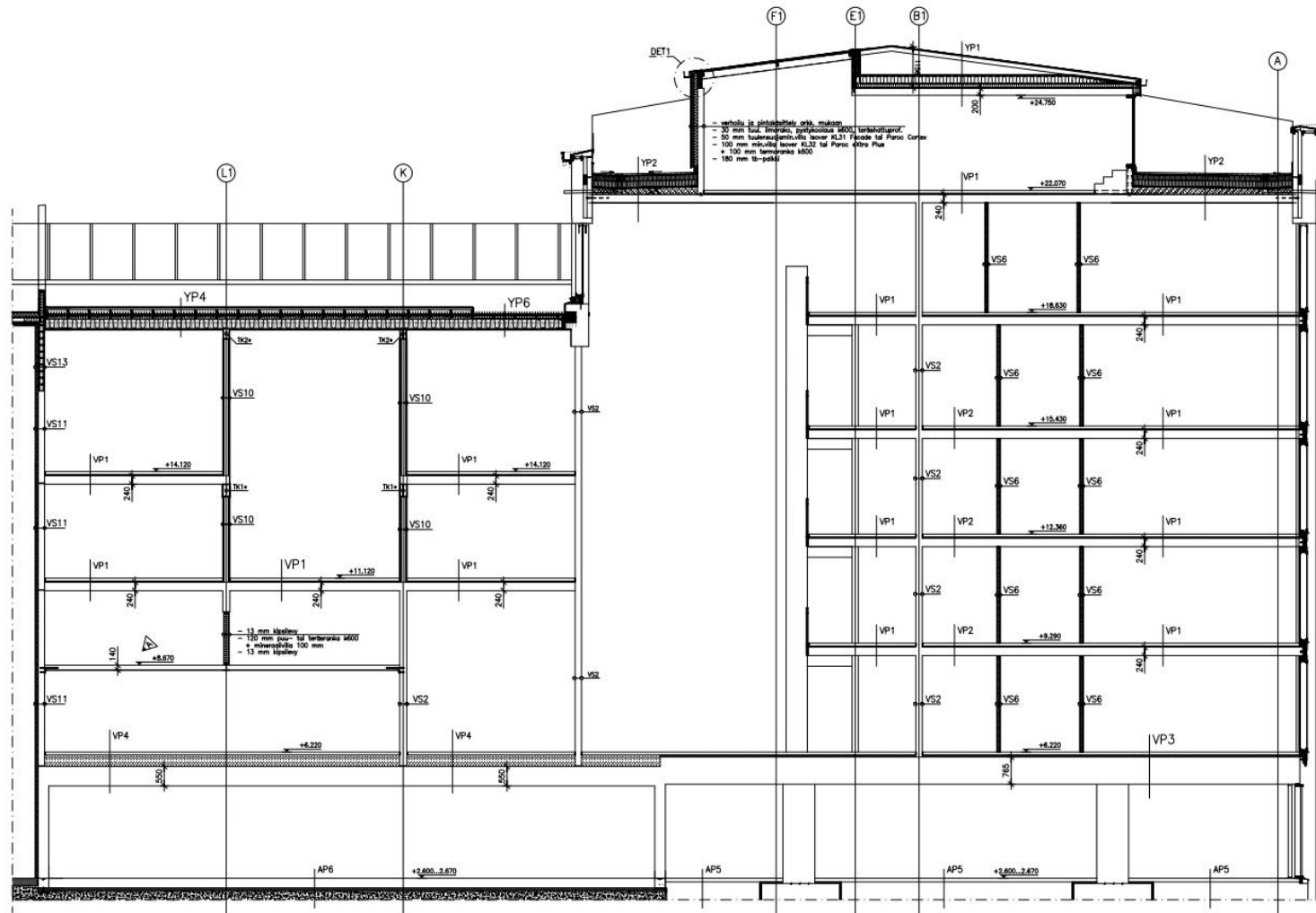
Liite X: 1. krs latian pintalaatta, vaihe 1, Loft Tehdas I-II (Portaat A-B)



Liite Y: Rakenneleikkaus 1-1, vaihe 1, Loft Tehdas I-III (Portaat A-C)



Liite Z: Rakenneleikkaus 10-10, vaihe 2, kaarihalli. Loft Tehdas IV (Porras D)



Liite A: Rakenneleikkaus 11-11, vaihe 2, kaarihalli ja nurkan korkea osa. Loft Tehdas IV (Porras D)